



СПЕЦІАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Вентильні електродвигуни

Вентильний електродвигун — різновид двигунів постійного струму, у якого щітково-колекторний вузол замінений електронним комутатором

Вентильні двигуни покликані поєднати в собі найкращі якості двигунів змінного струму та двигунів постійного струму. Це зумовлює їх переваги.

Переваги:

1. Широкий діапазон зміни частоти обертання
2. Безконтактність та відсутність вузлів, що потребують частого обслуговування (колектора)
3. Можливість використання у вибухонебезпечному та агресивному середовищі
4. Велика перевантажувальна здатність на момент
5. Високі енергетичні показники (ККД понад 90%)
6. Великий термін служби та висока надійність за рахунок відсутності ковзаючих електричних контактів.

Вентильні двигуни характеризуються і деякими недоліками, головний з яких - висока вартість.

Однак, говорячи про високу вартість, слід враховувати і той факт, що вентильні двигуни зазвичай використовуються в дорогих системах з підвищеними вимогами щодо точності та надійності.

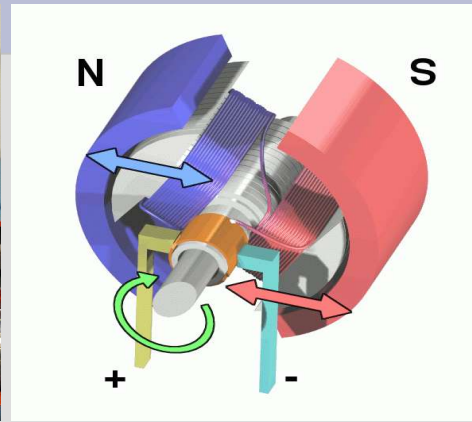
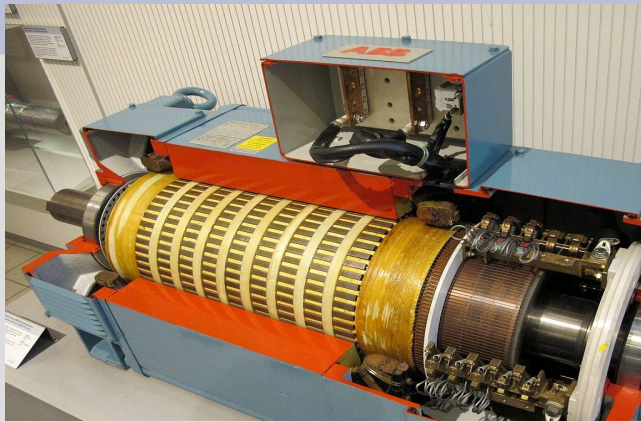
Недоліки:

Висока вартість двигуна, обумовлена частим використанням дорогих постійних магнітів у конструкції ротора. Вартість електроприводу з вентильним двигуном, однак, можна порівняти з вартістю аналогічного електроприводу на основі двигуна постійного струму з незалежним збудженням (регульовальні характеристики такого двигуна та вентильного двигуна можна порівняти). Взагалі кажучи, у вентильному двигуні може бути використаний і ротор із електромагнітним збудженням, проте це пов'язано з комплексом практичних незручностей. У ряді випадків переважним виявляється застосування асинхронного двигуна з перетворювачем частоти.

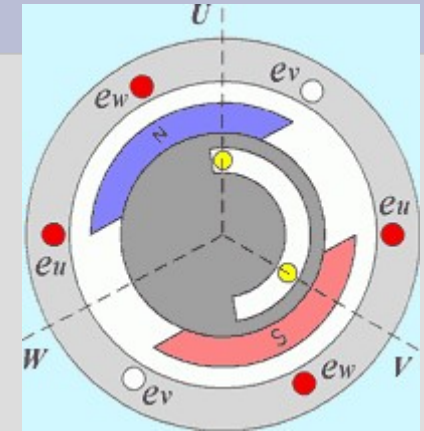
Відносно складна структура двигуна та управління ним.

Вентильні електродвигуни

Традиційний двигун постійного струму з ЩКВ



Вентильний двигун

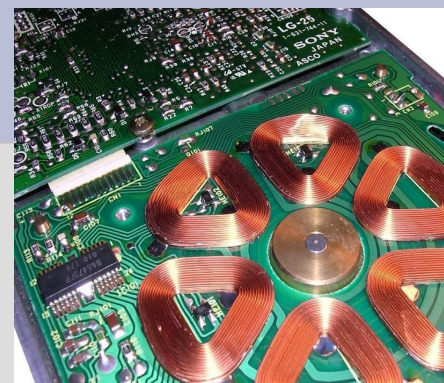
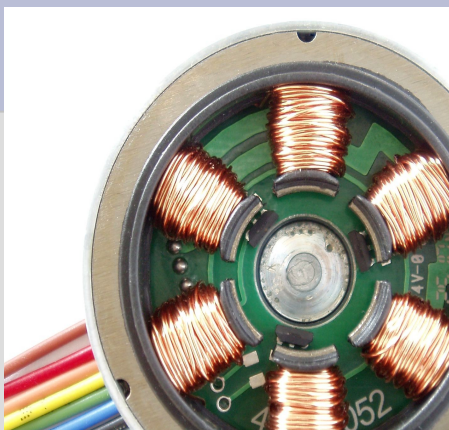
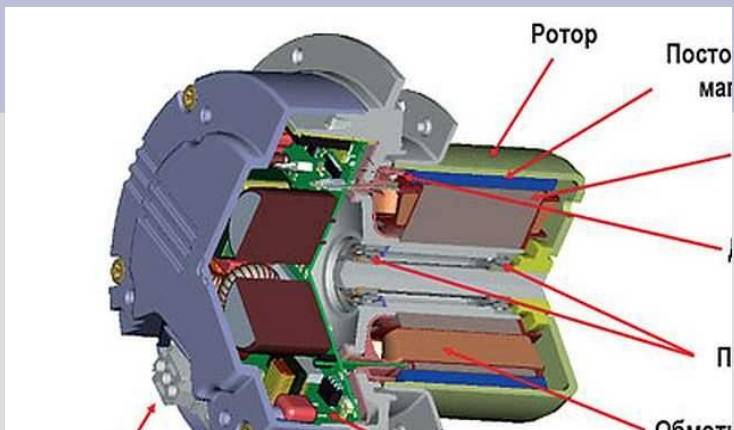


Вентильні двигуни, включають переваги машин змінного струму (висока надійність та ін.) та двигуна постійного струму (керованість). Вони є альтернативою двигуна постійного струму з щітково-колекторний вузол (іскіння, поміхи, знос щіток, поганий тепловідвід якоря та ін.).

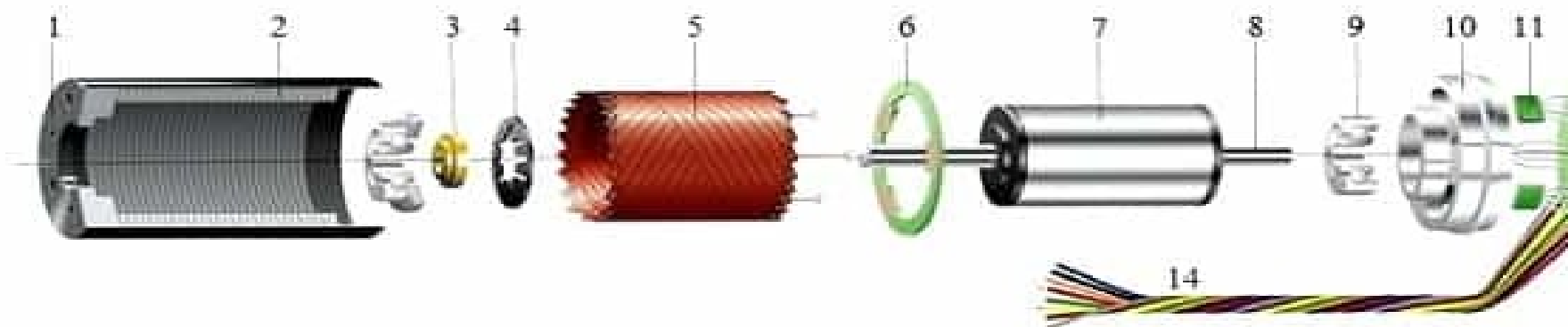
Вентильний двигун має постійний магніт-ротор, який обертається обертовим магнітним полем котушок статора, по яким проходить струм, що комутується напівпровідниковими вентиллями, керованими мікроконтролером. Мікроконтролер перемикає котушки статора тикам чином, що б взаємодія їх з полем ротора утворювало обертовий момент при будь-якому його положенні.

Вентильні двигуни застосовуються в тих сферах, де необхідно регулювати швидкість обертання робочого елемента. Вони забезпечують точне позиціонування і застосовуються в комп'ютерній техніці : провод вінчестера, кулеров та ін. В робототехніці, супутників, літальних апаратах, в електроавтомобілях, медицині. В станках, компресорних установках, насосних станціях, гірськодобувних машинах та ін.

Вимірювальні датчики (як правило Холла) визначають положення ротора при обертанні. Мікропроцесорний блок формує імпульси та задає швидкість обертання ротора, порівнюючи показання датчиків і змінного струму на фазні обмотки статора.



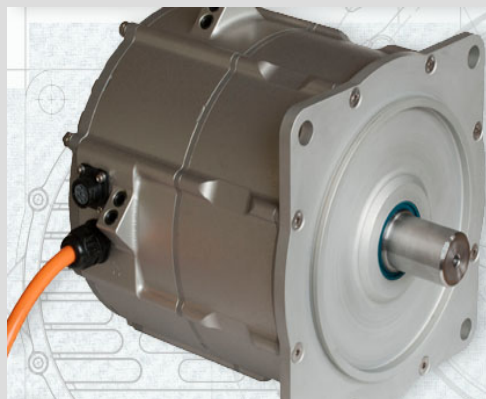
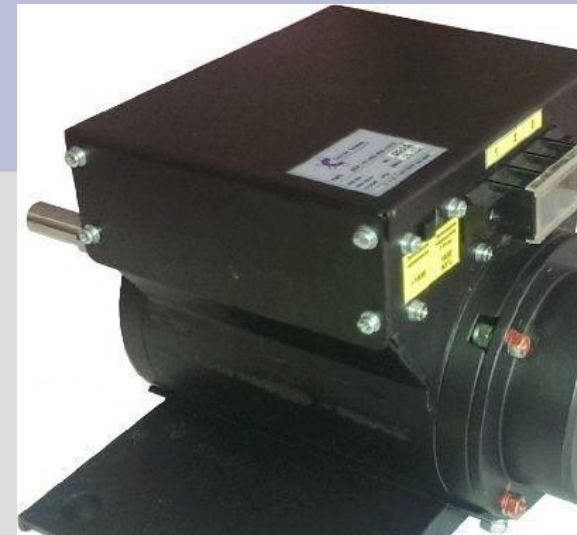
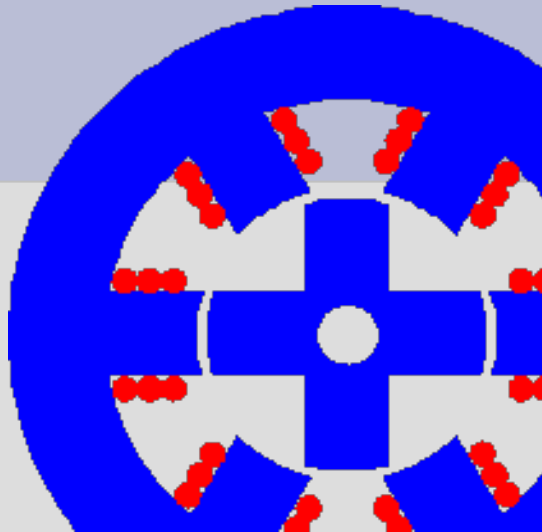
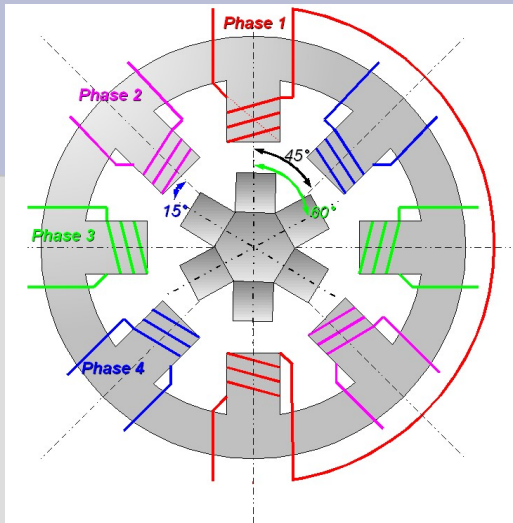
Вентильний двигун в комп'ютері



- 1- Корпус електродвигателя
- 2- Диелектрическая прослойка
- 3- Втулка
- 4- Пружина

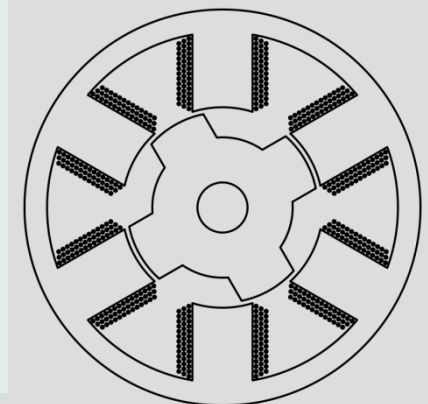
- 8- Роторный вал
- 9- Подшипник
- 10- Обойма
- 11- Датчик Холла

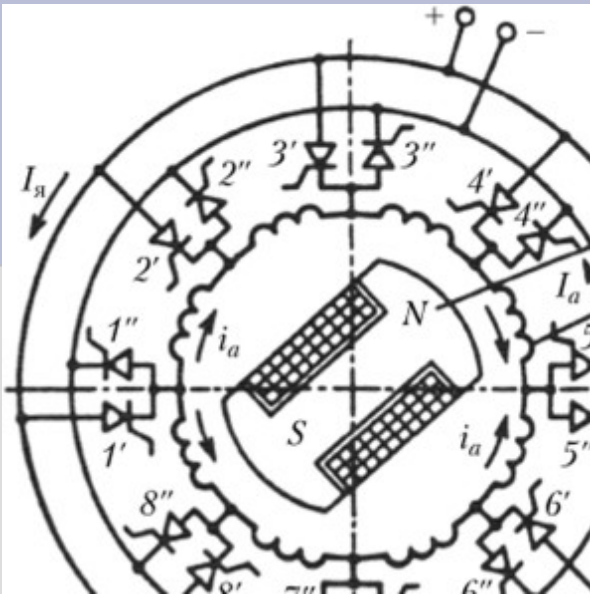
Вентильный реактивный электродвигатель



**ВЕНТИЛЬНО-РЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ
СЕРИИ ВРКЭ С ЖИДКОСТНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ И
ВСТРОЕННЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ**

Номинальная мощность 3 – 20 кВт
Максимальный момент 10 – 25 Нм
Диапазон регулировки оборотов 600 ÷ 13000 об/мин





Багатофазний вентильний двигун постійного струму. На роторі вентильного двигуна 1 розташовані обмотка збудження або постійні магніти. У пазах статора розташовується багатофазна обмотка якоря 2, секції або група секцій якої приєднані через напівпровідникові блоки 3 до розподільних шин 4 і мережі.

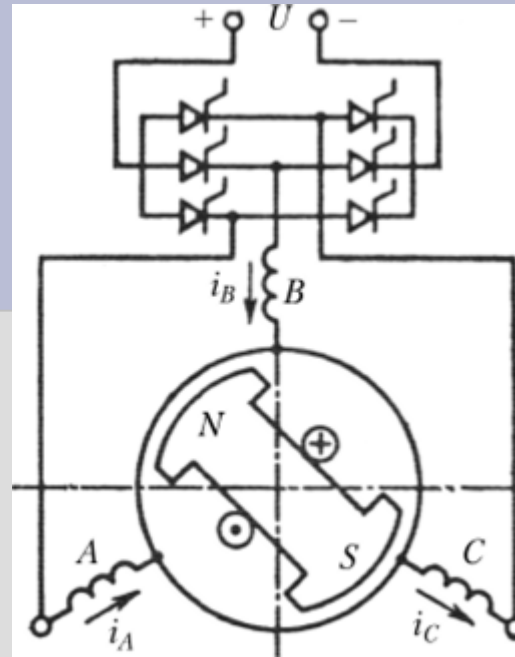
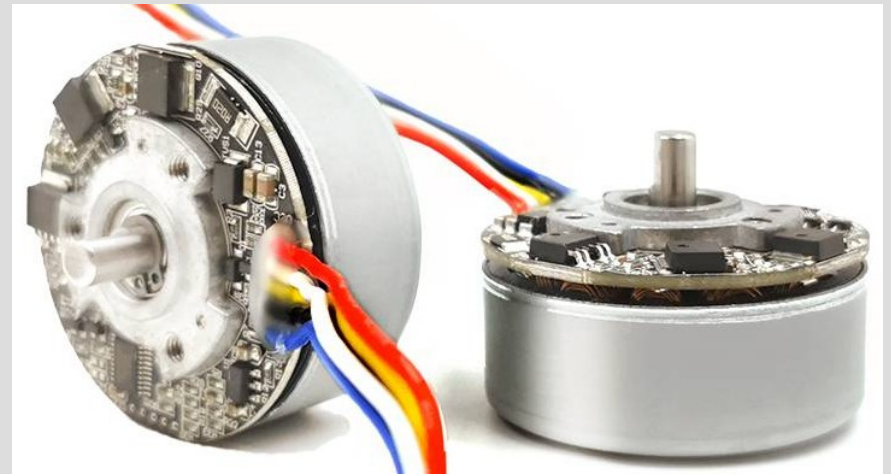


Схема трифазного вентильного двигуна



Вентильний двигун з зовнішнім ротором



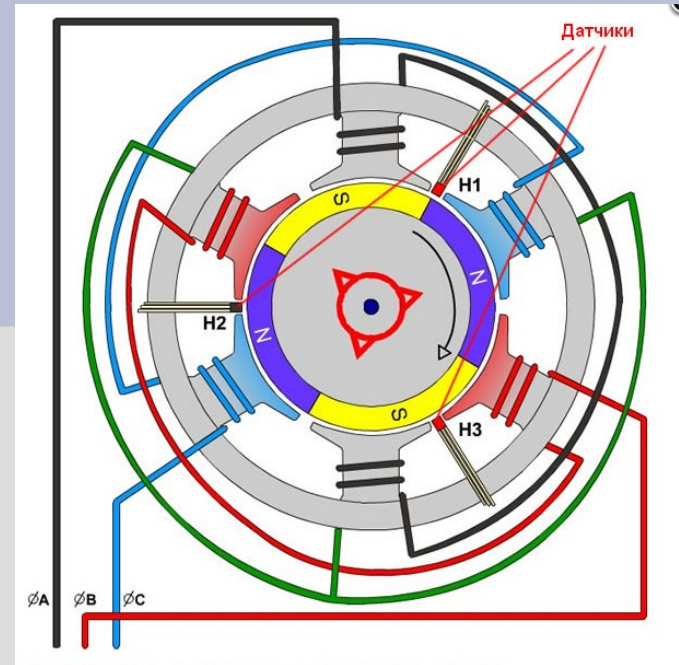
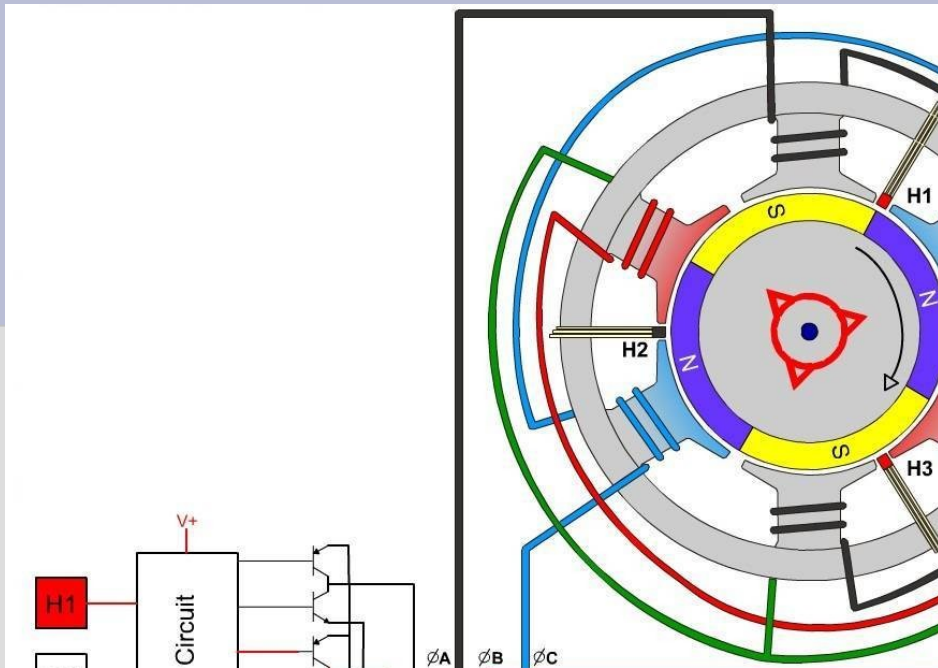
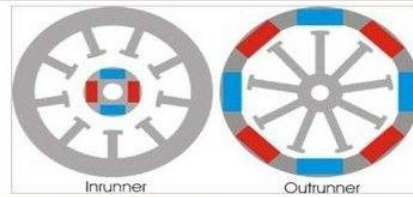
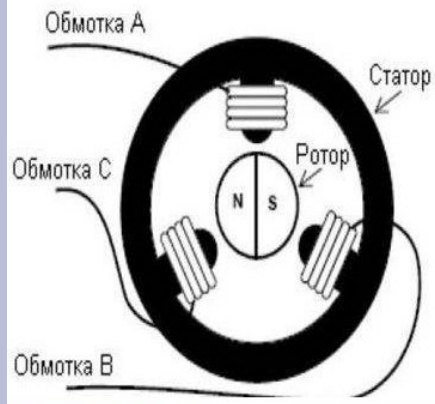
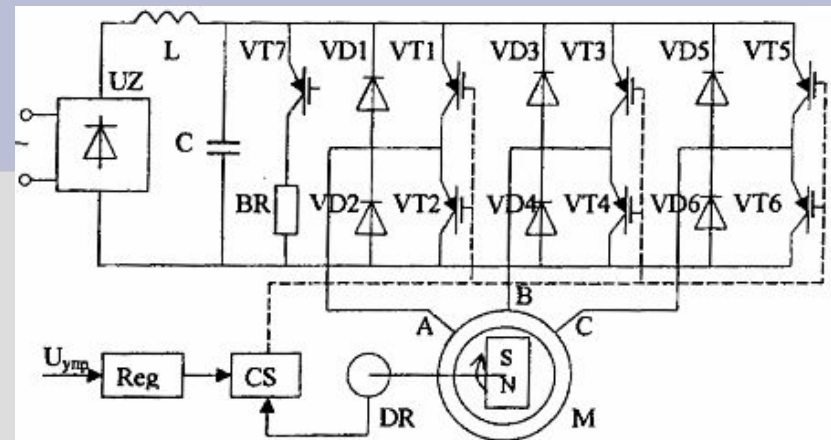
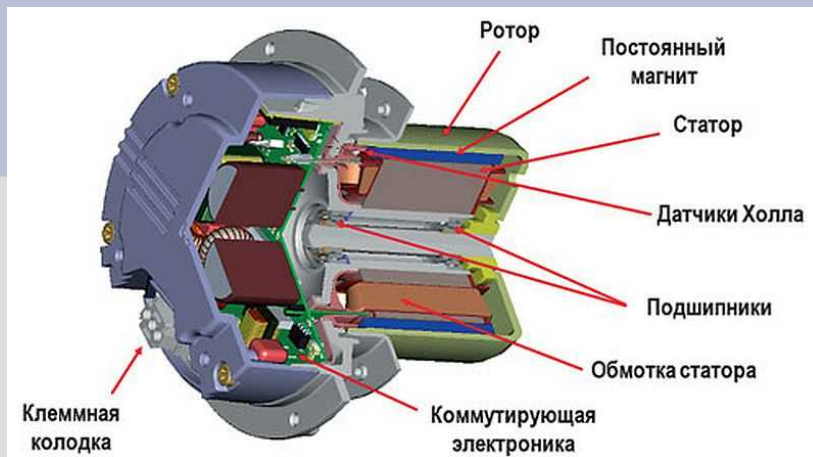


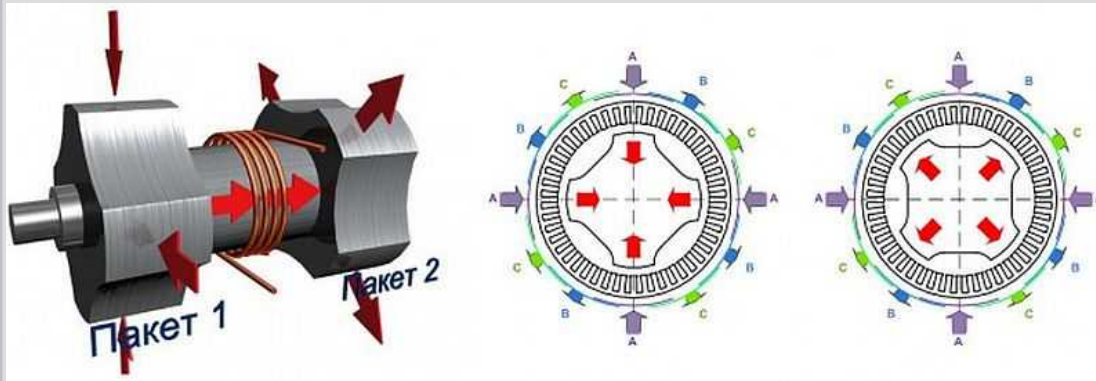
Схема бесколлекторного двигателя



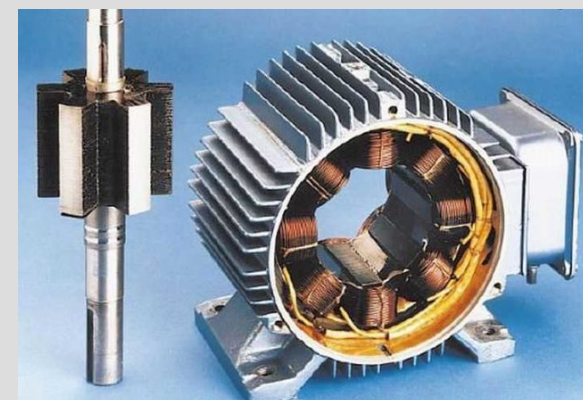
Вентильный электродвигатель



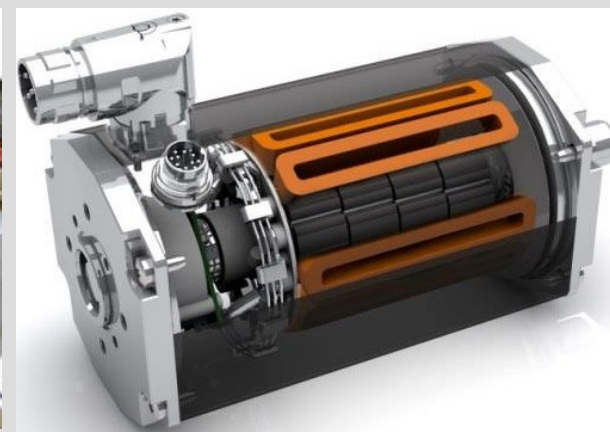
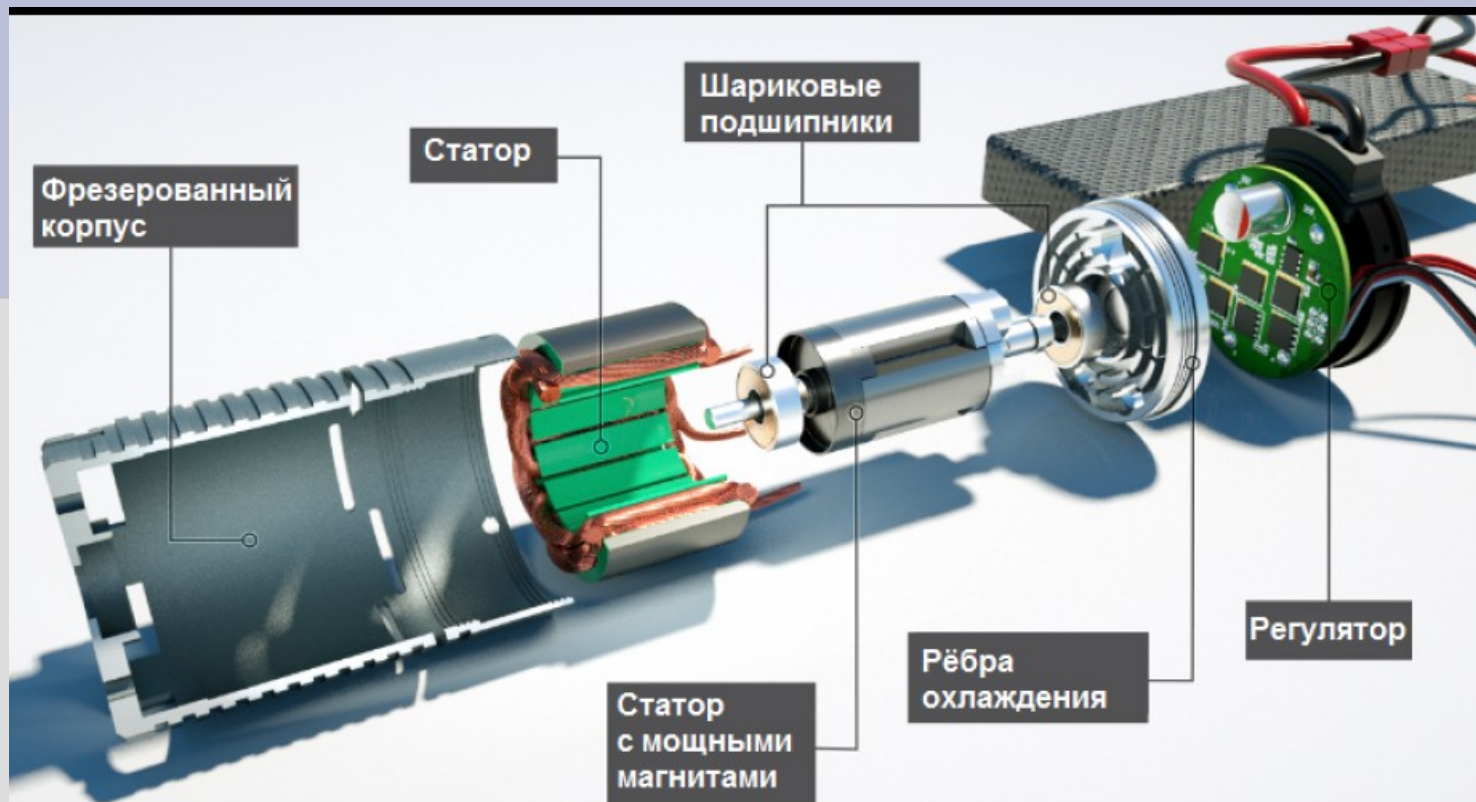
Перемикання обмоток проводиться транзисторним комутатором, виконаним за трифазною мостовою схемою. Транзисторні ключі відкриваються та закриваються в залежності від положення ротора двигуна.



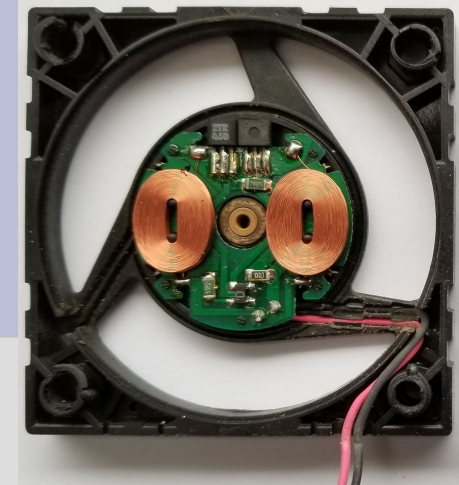
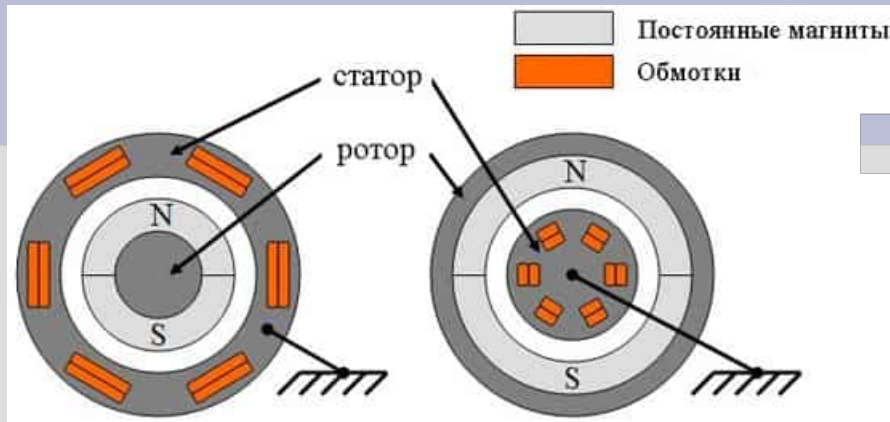
Вентильно-індукційний електродвигун із самозбудженням



Конструкція вентильного безколекторного електродвигуна

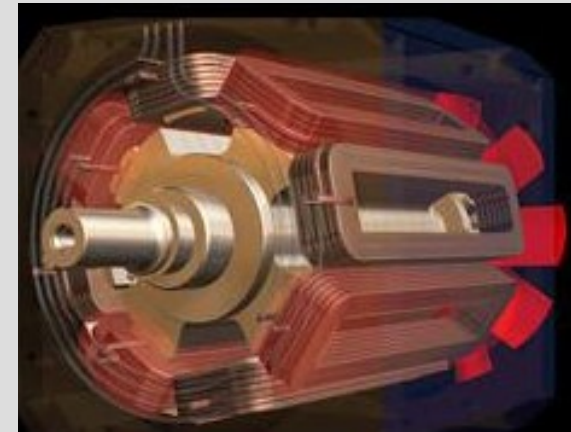


Залежно від конструкції ротора безконтактні двигуни можуть мати внутрішньороторне та зовнішньороторне виконання.



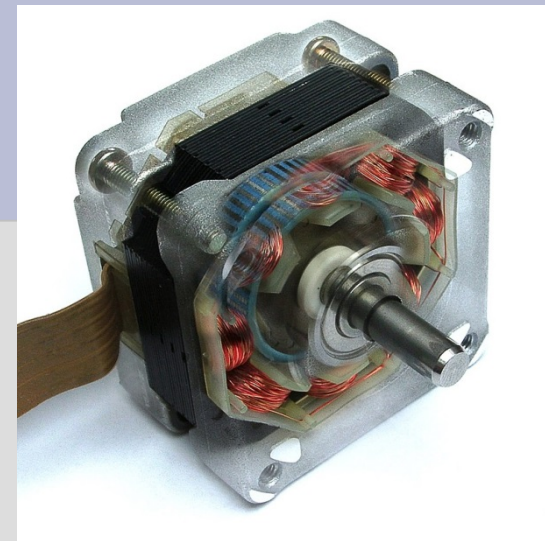
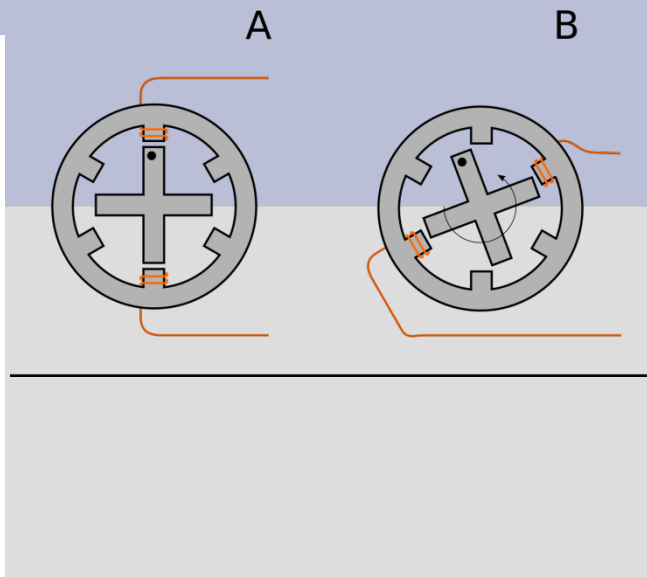
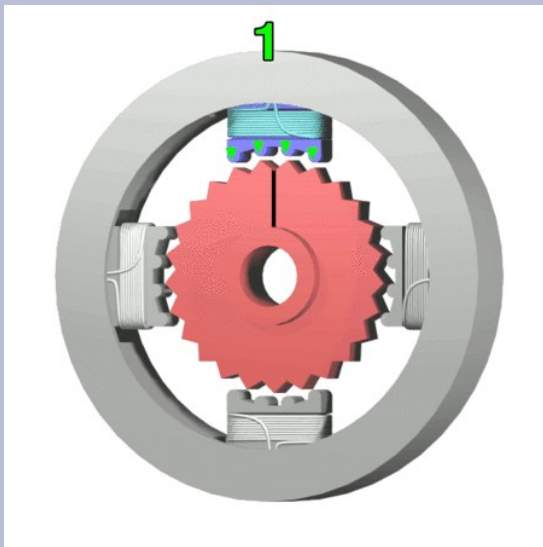
Датчик положення ротора

У синхронних електродвигунах датчик необхідний здійснення зворотного зв'язку з положенням валу механічного пристрою. Залежно від принципу дії можуть застосовуватися датчики: 1) Фотоелектричний принцип дії; 2) Трансформаторний; 3) індуктивного; 4) На ефект Холла.



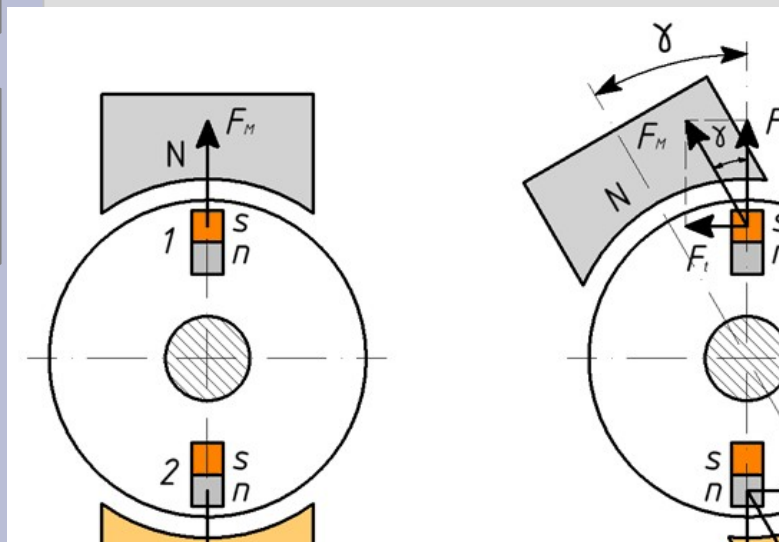
Вентильні двигуни застосовуються у всіх сферах, де потрібно регулювати швидкість обертання робочого елемента. Такі синхронні приводи мають точне позиціонування та застосовуються для комп'ютерної техніки, пристроїв приводу, вінчестера, кулери обдування тощо. Крім цього, він використовується в робототехніці, будівництві супутників, літальних апаратів. Для побутової техніки, у пристроях автомобілебудування, у медичній сфері. Також знайшов широке застосування у верстатному устаткуванні, гірничодобувних машинах, використовується в компресорних установках та насосних станціях.

КРОКОВИ (ШАГОВЫЕ) ДВИГУНИ



Синхронний гістерезисний двигун

Гістерезисний електродвигун - це неявнополюсний синхронний двигун, без обмотки збудження, ротор якого виконаний з магнітного матеріалу з великим залишковим намагнічуванням, пуск якого здійснюється за рахунок втрат на гістерезис в роторі



Статор гістерезисного двигуна має звичайну три- або двофазну обмотку, яка створює магнітне поле, що обертається, а ротор являє собою масивний циліндр без обмотки, виготовлений з магнітотвердого матеріалу з широкою петлею гістерезису.

Схеми асинхронних двигунів

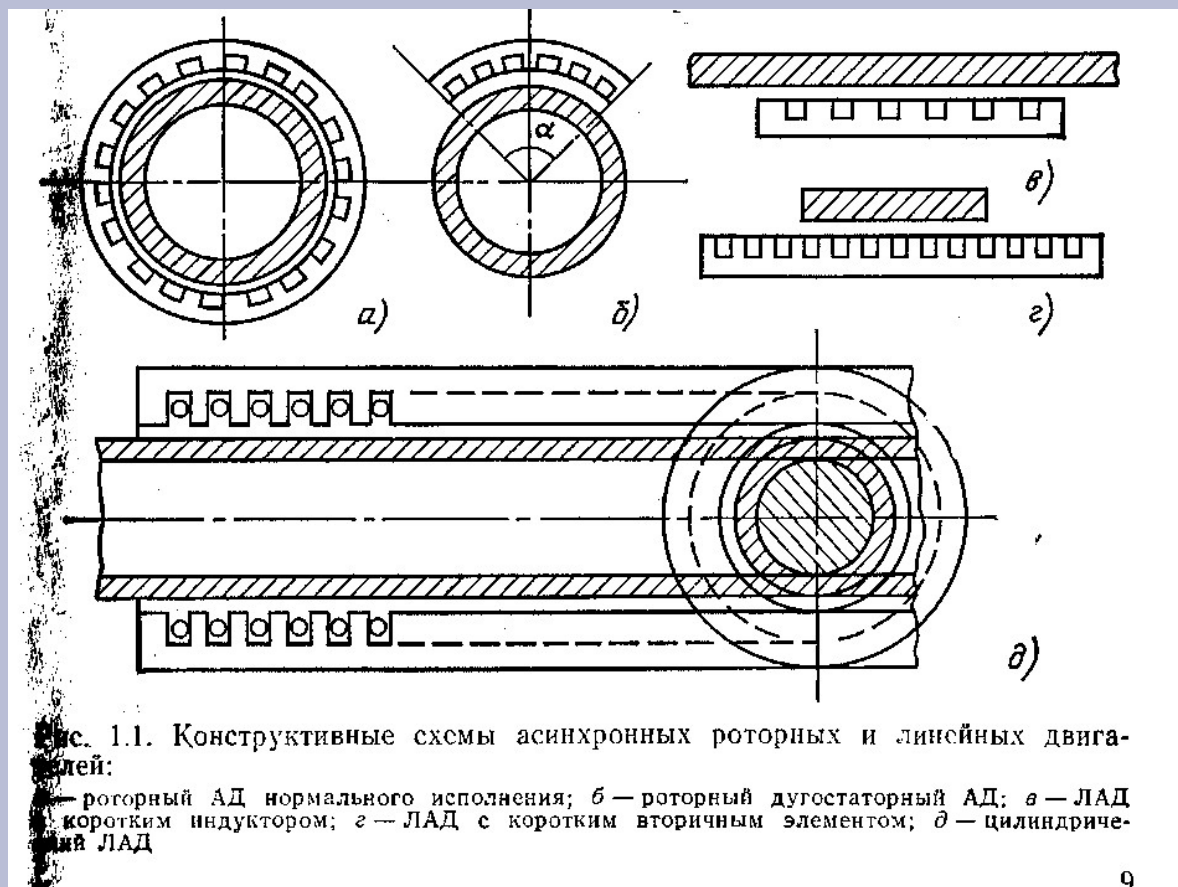
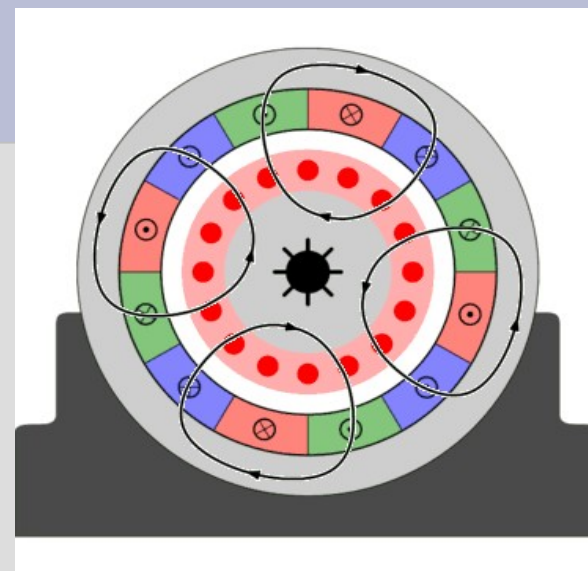


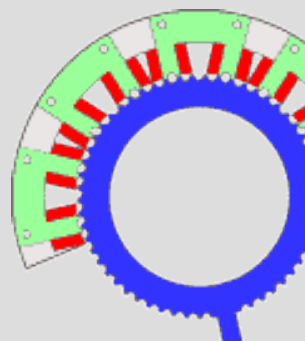
Рис. 1.1. Конструктивные схемы асинхронных роторных и линейных двигателей:

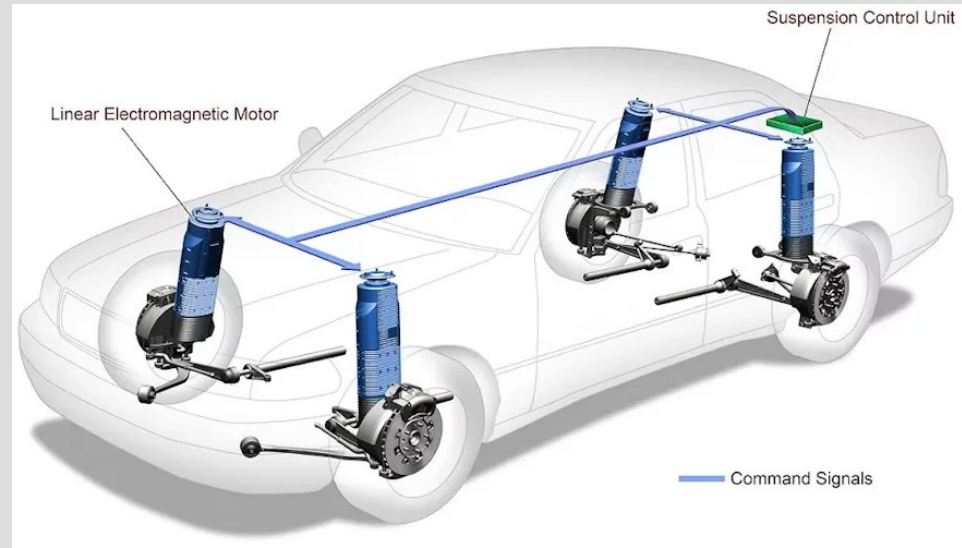
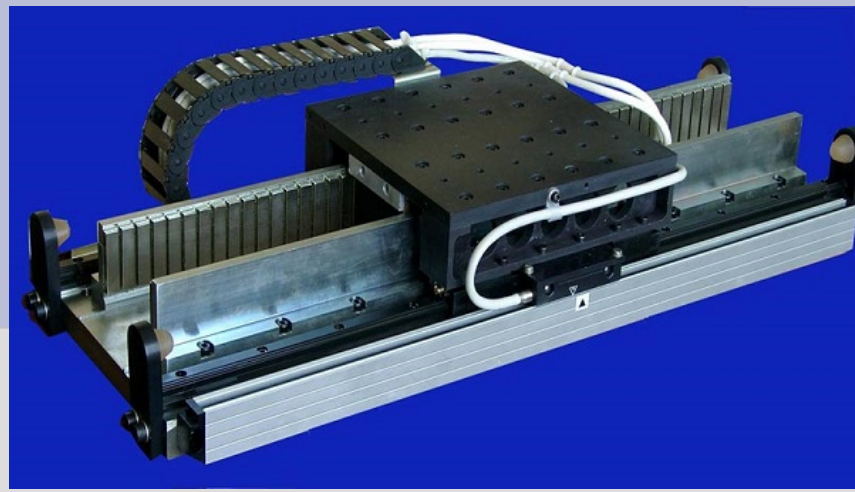
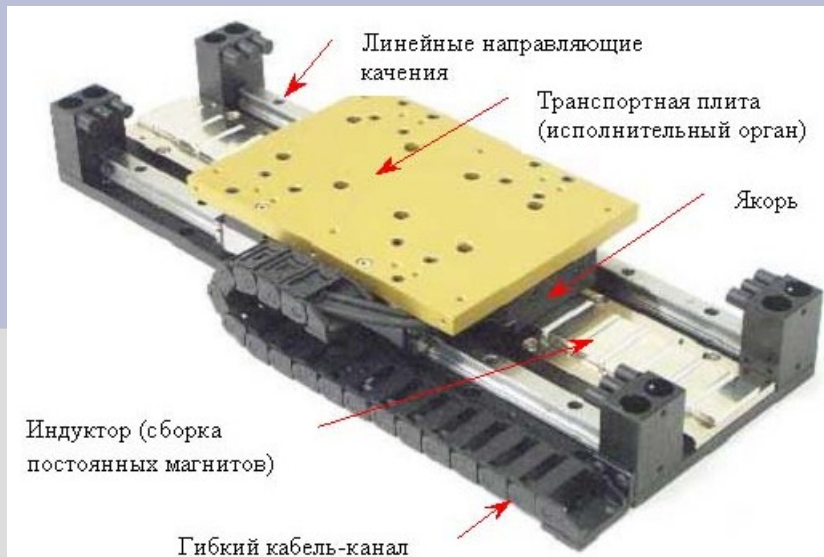
а — роторный АД нормального исполнения; б — роторный дугостаторный АД; в — ЛАД с коротким индуктором; г — ЛАД с коротким вторичным элементом; д — цилиндрический ЛАД

9

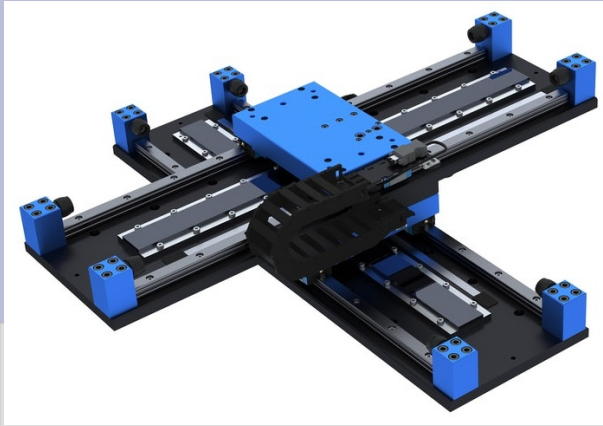


Магнітне поле при роботі двигуна





Лінійні двигуни змість традиційних амортизаторів

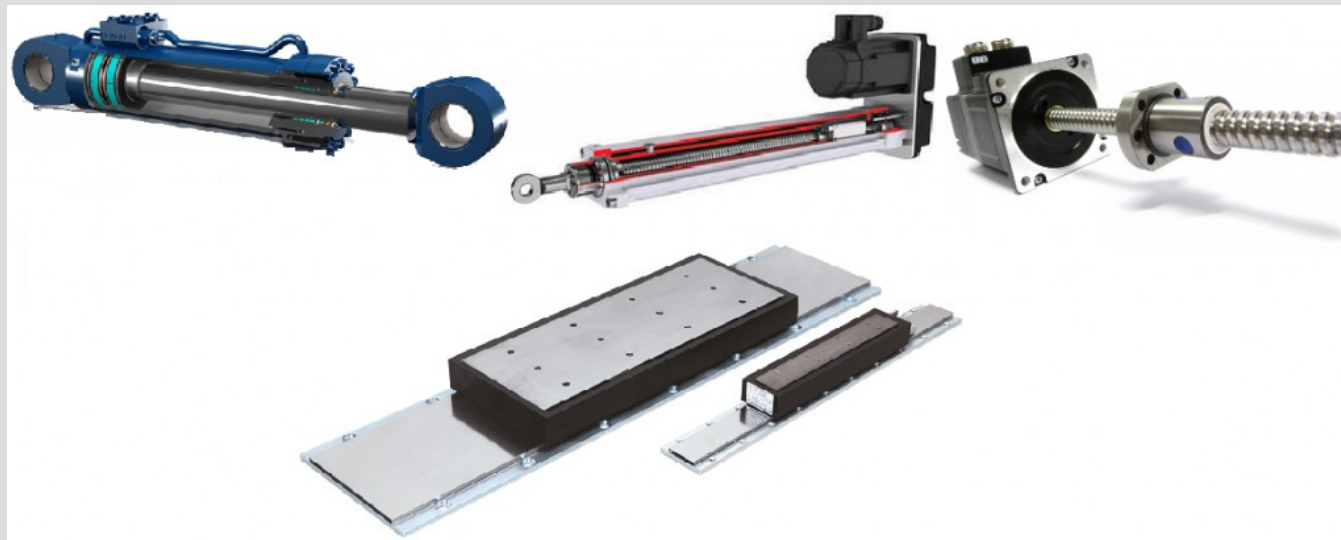


Маніпулятор на лінійних двигунах

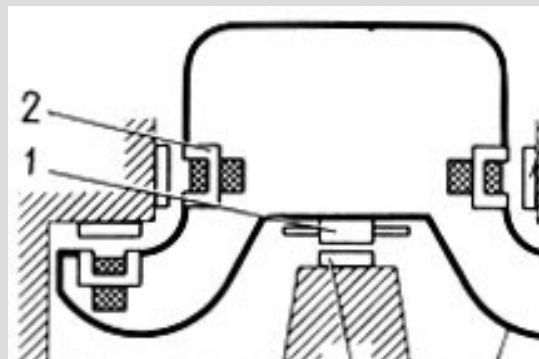
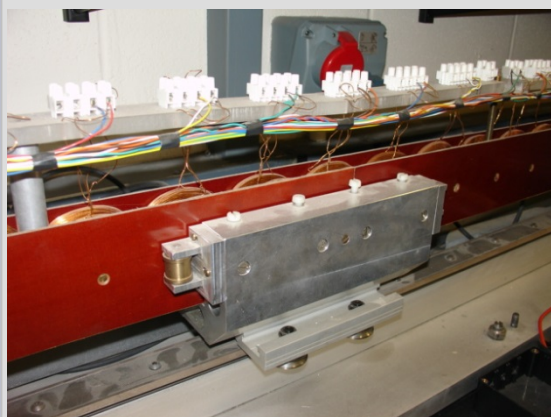
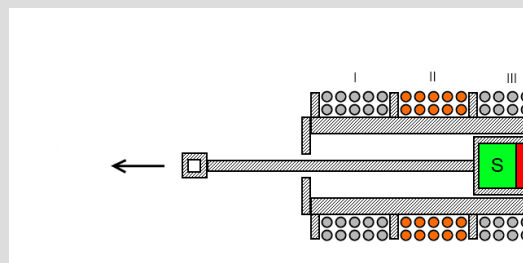
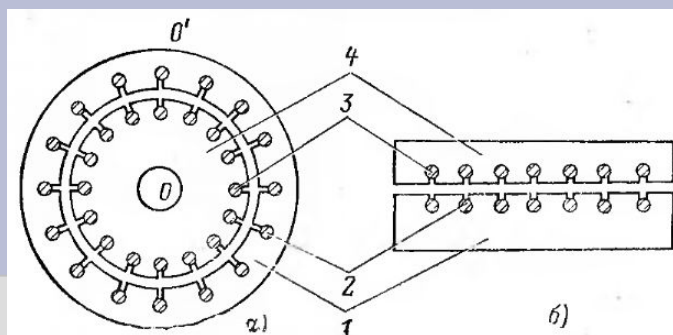
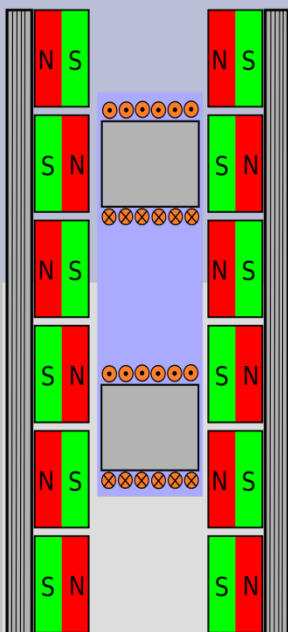


Лінійні серводвигуни Faulhaber

Сервоприводом є будь-який тип механічного приводу (пристрою, робочого органу), що має у складі датчик (положення, швидкості, зусилля тощо) і блок управління приводом (електронну схему або механічну систему тяг), що автоматично підтримує необхідні параметри на датчику (і відповідно, на пристрої) відповідно до заданого зовнішнього значення (положення ручки управління або чисельного значення від інших систем).



Линійний двигун



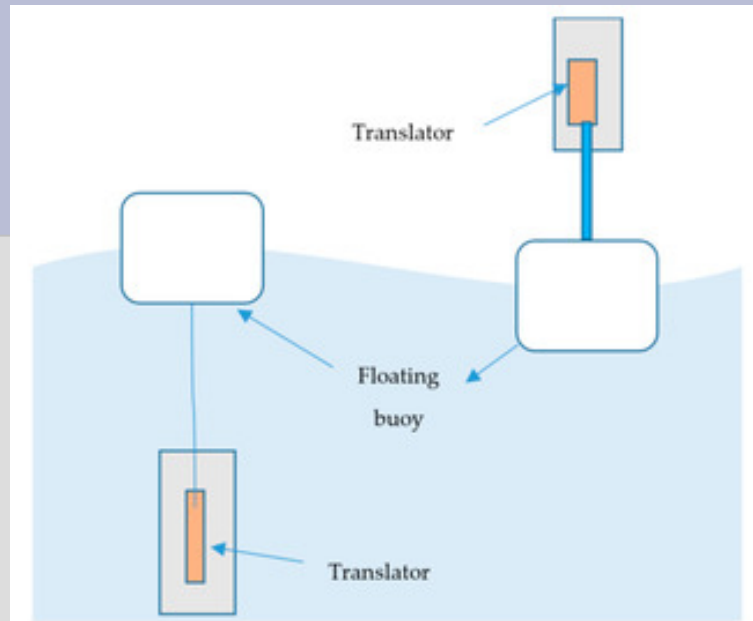
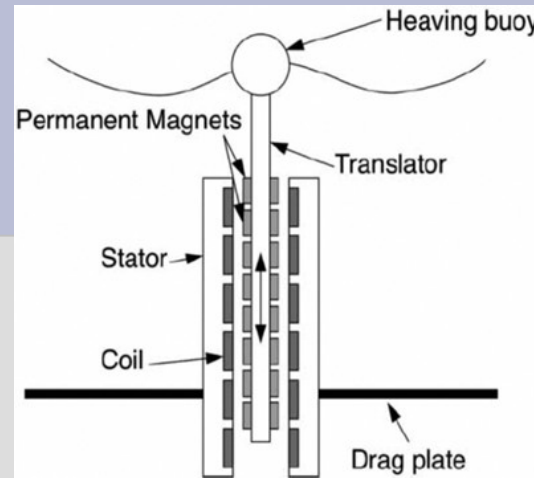
Линійний двигун LSMA-T-32-376x50 інтегрований в алюмінієвий профіль



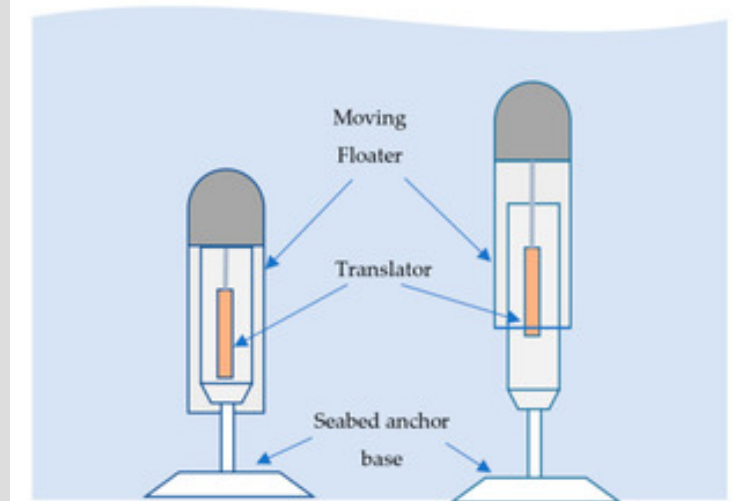
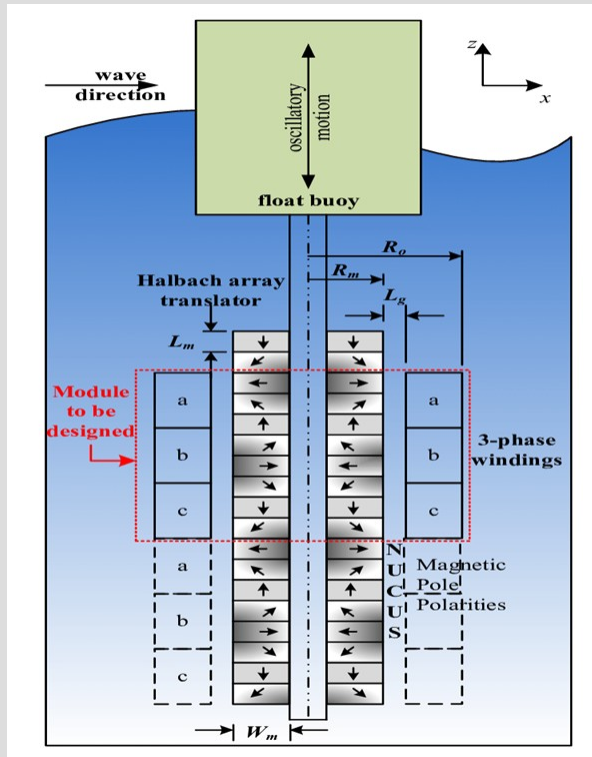
Поїзди на магнітному підвісі використовують для руху асинхронний лінійний двигун. Статор розташований на рухомому складі, а вторинним елементом є монорейка

Лабораторний лінійний синхронний двигун. На задньому плані статор – ряд індукційних котушок, на передньому плані – рухомий вторинний елемент, що містить постійний магніт.

Лінійний генератор



(a)



(b)

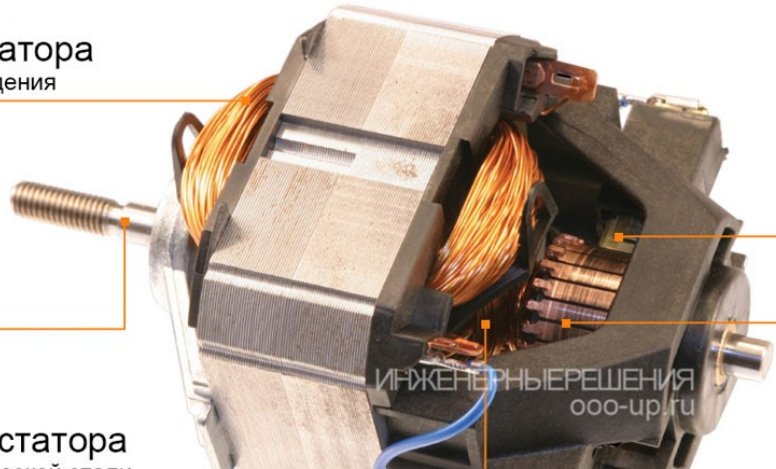
Універсальний двигун

Універсальний двигун — електродвигун, що обертається, який може працювати при живленні від мережі як постійного, так і однофазного змінного струму.

Обмотка статора
Обмотка возбуждения

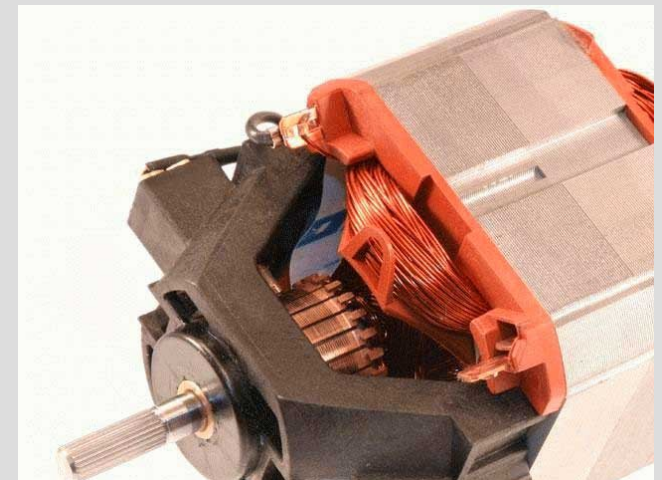
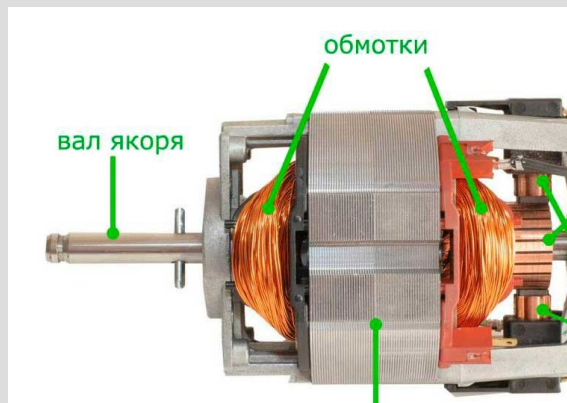
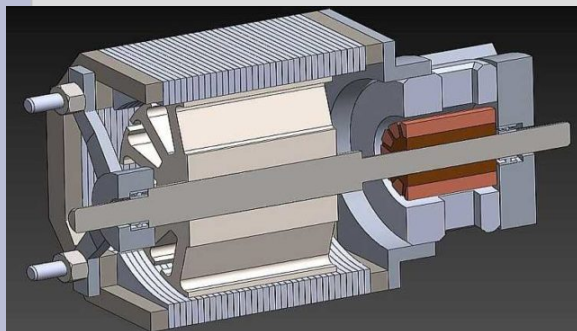
Вал

Сердечник статора

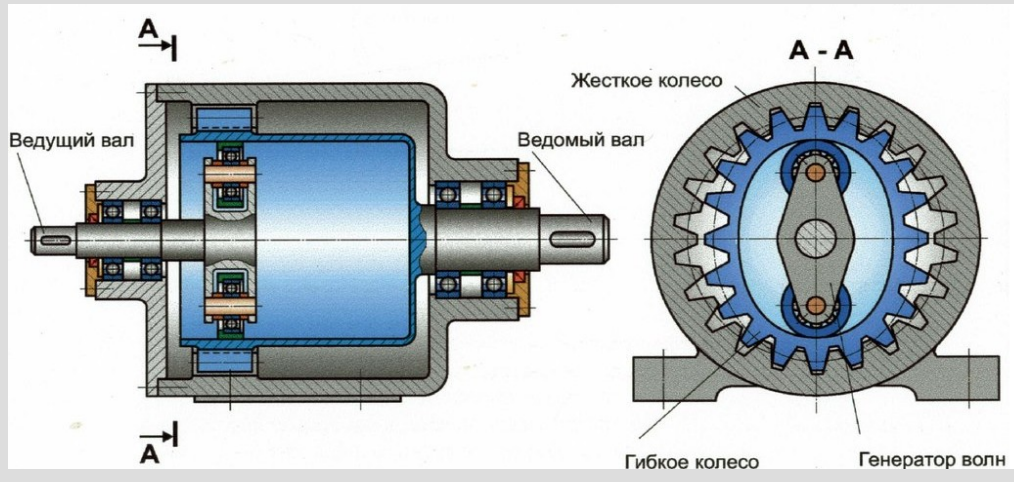
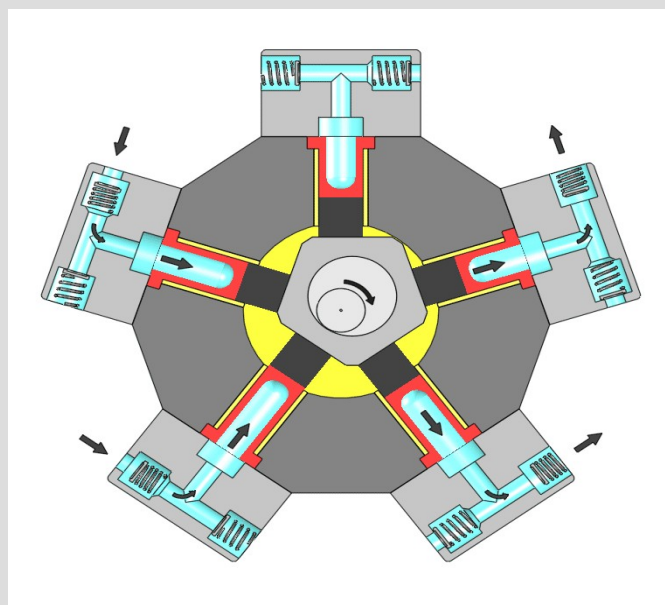
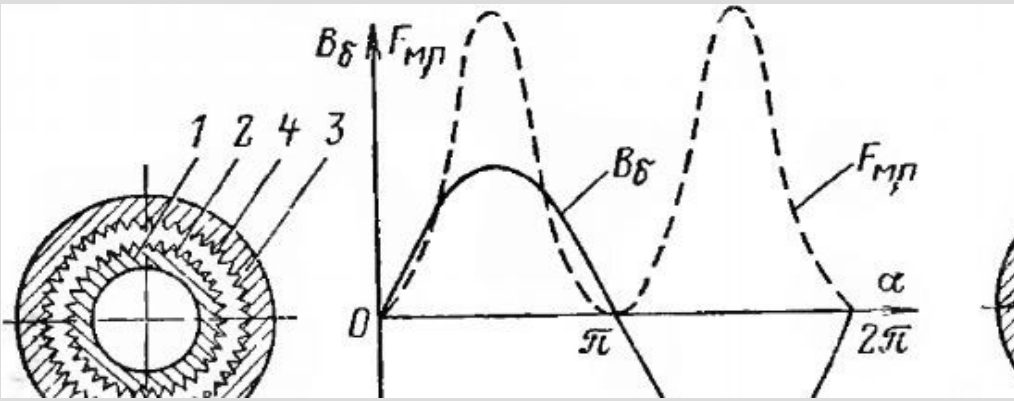
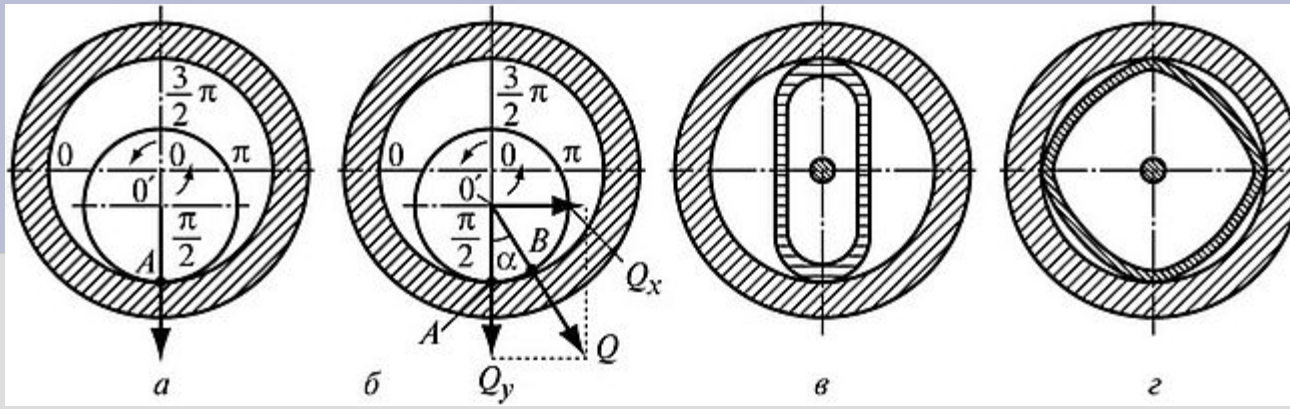


Конструкція універсального колекторного електродвигуна не має важливих відмінностей від конструкції колекторного двигуна постійного струму, за винятком того, що вся магнітна система (і статор, і ротор) виконується шихтованою і обмотка збудження стає секційованою.

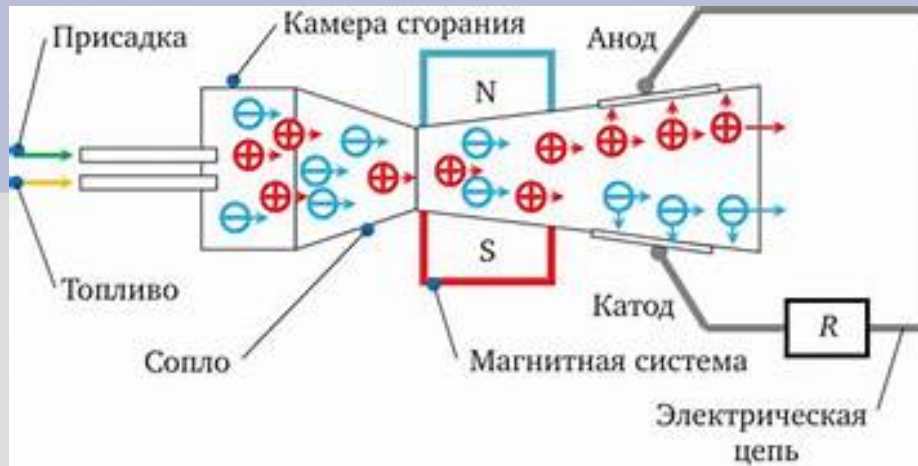
$$M = c_M I_a \Phi = c_M (-I_a)(-\Phi)$$



Електродвигуни з ротором, що котиться, і хвильовим ротором



Магнітогідродинамічний генератор



Середовища, які є робочим тілом:

- електроліти;
- рідкі метали;
- плазма (іонізований газ).

Перші МГД-генератори використовували електроліти, але зараз більш застосовна плазма, в якій:

- носіями зарядів є вільні електрони та позитивні іони.
- під дією магнітного поля носії зарядів відхиляються від траєкторії, по якій газ рухався б без поля;
- у сильному магнітному полі може виникати поле Холла - електричне поле, що утворюється в результаті зіткнень і зміщень заряджених частинок у площині, перпендикулярній магнітному полю.

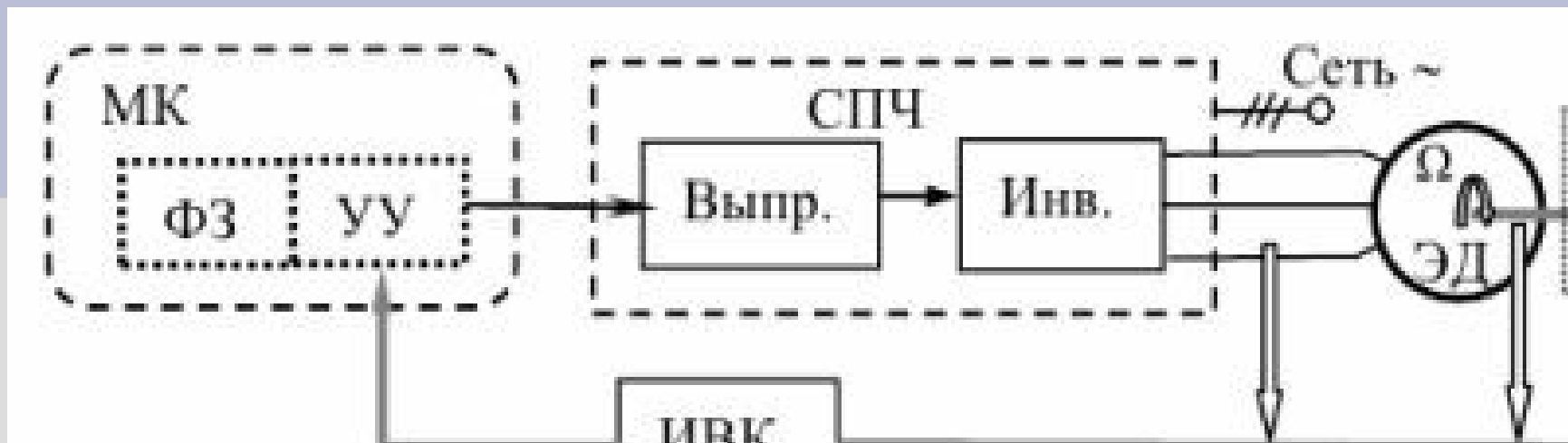
МГД-генератор, як і звичайний генератор, ґрунтується на переміщенні провідника через магнітне поле для генерації електричного струму. У МГД-генераторі в якості провідника, що рухається, використовується гарячий провідний іонізований газ (плазма).

МГД-генератор складається з каналу, електромагнітної системи та електродів для виведення електроенергії на навантаження. Як робоче тіло можуть використовуватися електропровідний газ (продукти згорання викопного палива, інертні гази з присадками лужних металів, пари лужних металів та їх суміші та ін.), рідкі метали та електроліти.

Зазвичай у МГД-генераторах використовують газ. Будучи нагрітим до 2500-2700 К, він іонізується і стає електропровідним - перетворюється на плазму. При русі робочого тіла – плазми – у каналі поперек магнітного поля, створюваного електромагнітної системою, у ньому виникають два протилежно спрямованих потоку носіїв позитивних і негативних зарядів, які через відповідні електроди відводяться у зовнішній електричний ланцюг до навантаження.

Потужність МГД-генератора може досягати 500-1000 МВт.

Типова функціональна схема електроприводу верстата з ЧПУ

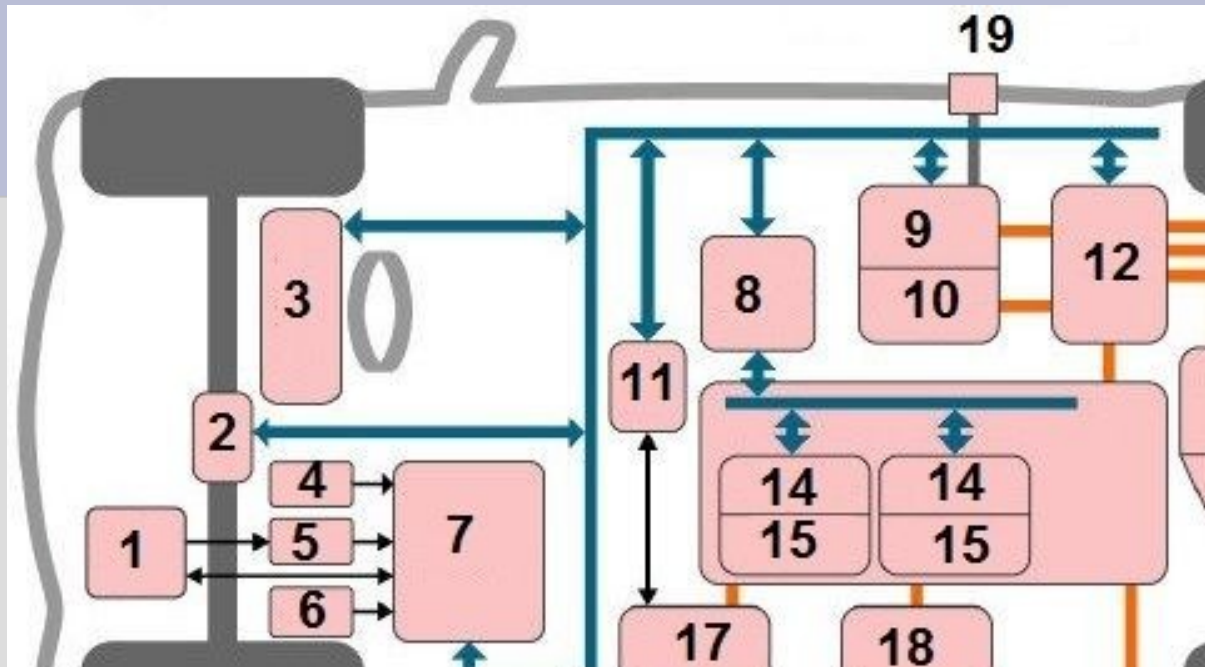


- Виконавчий електродвигун (ЕД);
- силовий перетворювач частоти (СПЛ), що перетворює електроенергію промислової мережі в трифазну напругу живлення двигуна з необхідною амплітудою та частотою;
- мікроконтролер (МК), що виконує функції керуючого пристрою (УУ) та формувача завдання (ФЗ).

Промисловий блок силового перетворювача частоти СПЧ містить випрямляч і силовий інвертор, що виробляє з використанням мікропроцесорного керування вихідним комутатором ШИМ синусоїдальну напругу з необхідними параметрами, що визначаються сигналами пристрою управління.

Алгоритм управління роботою електроприводу здійснюється мікроконтролером за допомогою вироблення команд, отриманих в результаті зіставлення сигналів формувача завдання та даних, одержуваних з інформаційно-обчислювального комплексу (ІВК) на основі обробки та аналізу сигналів із сукупності датчиків.

Схема электромотобіля Mitsubishi i-MiEV



1- датчик давления в тормозной системе;
2 - электроусилитель рулевого управления;
3 - приборная панель;
4 - датчик положения педали акселератора;
5 - датчик положения педали тормоза;
6 - датчик положения селектора переключения передач;
7 - блок управления электромотобилем;
8 - бортовое зарядное устройство;
9 - преобразователь постоянного тока;
10 - блок управления аккумуляторной батареей;
11- блок управления кондиционером;
12 – электродвигатель;
13 – электродвигатель;
14 - уровень зарядки аккумуляторной батареи;
15 - модуль аккумуляторной батареи;
16 - трансмиссия;
17 - компрессор кондиционера;
18 – отопитель;
19 - разъем для обычной зарядки;
20 - разъем для быстрой зарядки

Thanks for your attention