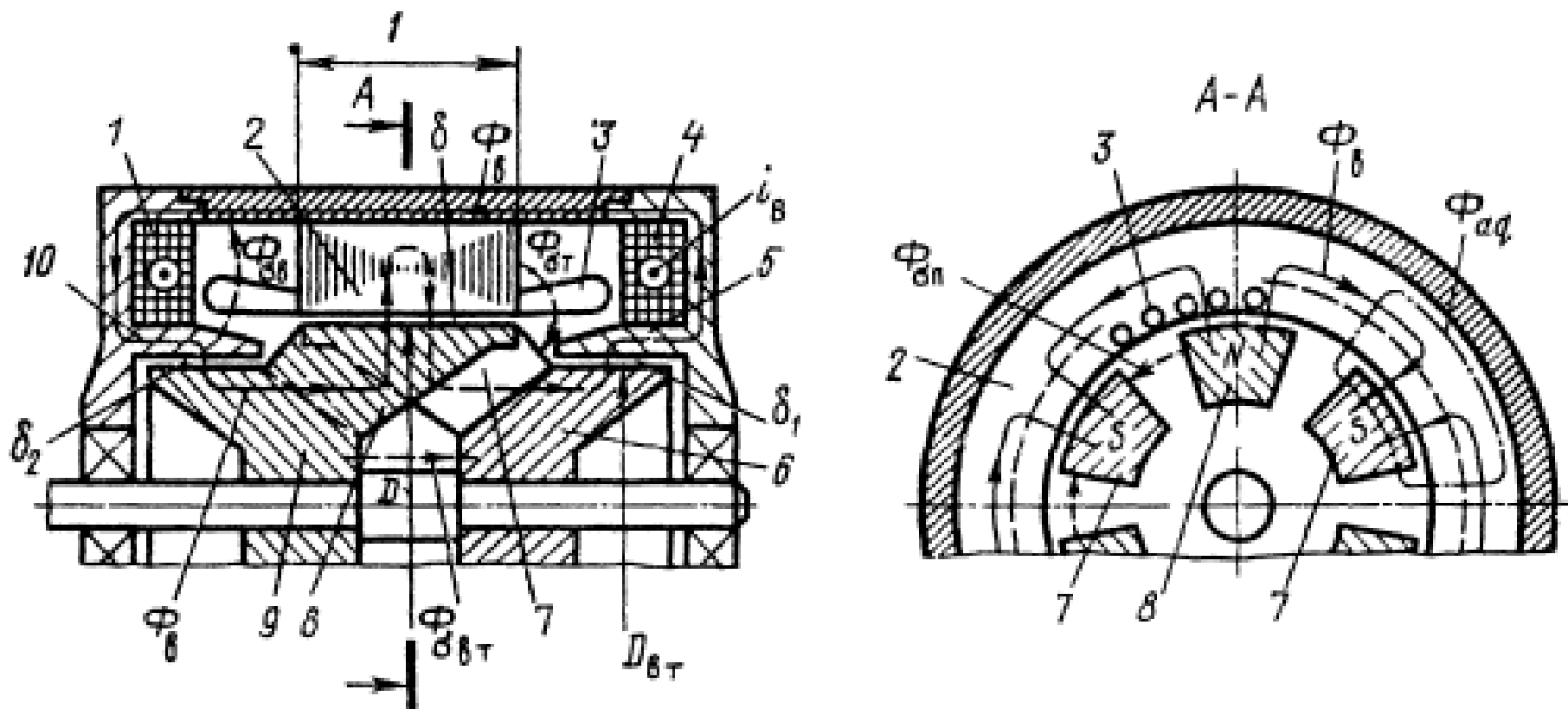


Лекція №4

Безконтактні СМ із пазуроподібними полюсами

ОЯ та ОЗ розташовуються на статорі, на роторі розташовуються пазуроподібні виступи із магнітної сталі, що намагнічуються обмоткою збудження і створюють знакозмінне магнітне поле в повітряному проміжку.

БСМ із зовнішньо замкненим магнітним потоком



На статорі розташовані дві кільцеві обмотки збудження: 1 та 4, що живляться постійним струмом та ОЯ 3, що розташована в пазах шихтованого магнітного осердя 2. Зовнішній корпус та бокові щити 5, 10 виконані із магнітом`якої сталі. На роторі розташовані втулки 6 та 9 із пазуроподібними виступами 7 та 8. Робочий повітряний проміжок δ набагато менший, ніж тангенціальний проміжок між сусідніми виступами 7 та 8.

Кожна із втулок 6 та 9 відділена від консолей 5 та 10 додатковими конструктивними проміжками δ_1 та δ_2 . Для придання ротору механічної міцності. Простір між втулками та виступами залито міцним немагнітним матеріалом (немагнітна сталь, пластмаса, алюміній, силумін). Вал виконується із немагнітної сталі.

Обмотки збудження ввімкнені узгоджено і утворюють магнітний потік Φ_z , що замикається наступним чином: зовнішній корпус – консоль 10 – додатковий проміжок δ_2 – ліва втулка 9 – виступи 8 – робочий повітряний проміжок δ під сусідніми виступами – виступи 7 – права втулка 6 - додатковий проміжок δ_1 – консоль 5 – корпус.

Для асинхронного пуску може використовуватись біляча клітка, що розташовується на роторі. При невеликих пускових моментах можливий асинхронний пуск за рахунок вихрових струмів в елементах конструкції ротора.

При роботі машини в генераторному режимі, струм в ОЯ створює магнітний потік реакції якоря Φ_a . Повздовжня складова потоку якоря Φ_{ad} замикається по тому ж шляху, що і основний потік, а поперечна складова Φ_{aq} – через виступи 7 та 8 в азимутному напрямку (штрихпунктирні лінії на рис.). Довжина магнітної силової лінії для потоку Φ_{ad} значно більша, також на шляху замикання потоку є додаткові повітряні проміжки. Це обумовлює рівність індуктивних опорів розсіювання реакції якоря в машинах даного типу ($X_d \approx X_q$).

Магнітні лінії, що замикаються навколо провідників ОЯ і не зчеплені із ротором утворюють магнітне поле розсіювання, що враховується індуктивним опором якоря $X_{\sigma a}$.

Потік розсіювання ОЗ Φ_{σ} в даних машинах значно перевищує потоки розсіювання ОЗ класичних машин. Основною складовою потоку Φ_{σ} є потік, що замикається між сусідніми пазуроподібними полюсами.

Дана БСМ відноситься до класу ЕМ із радіально-осевим потоком, в яких лінії основного потоку є тривимірними і мають складові не лише в поперечному перерізі, але і в осьовому напрямі.

Основні розміри l та D жорстко взаємопов'язані, оскільки один і той же потік замикається вздовж осі та по радіусу. Тому,

$$\lambda = l/D \leq 0,5 \dots 0,6$$

Дане обмеження справедливе для ЕМ із радіально-осевим потоком (із внутрішньозамкненим потоком, торцеві БЕМ, різновиди індукторних БЕМ). Якщо дана умова не виконується це призводить до підвищення індукції в осевих частинах магнітного осердя, сталь насичується, підвищуються потоки розсіювання.

Особливістю розрахунку БСГ із пазуроподібними полюсами є складність розрахунку магнітного кола через об'ємний характер магнітного поля, значну роль потоків розсіювання, та складність знаходження магнітних опорів ділянок магнітного осердя.

Переваги ЕМ із зовнішньо замкненим магнітним потоком:

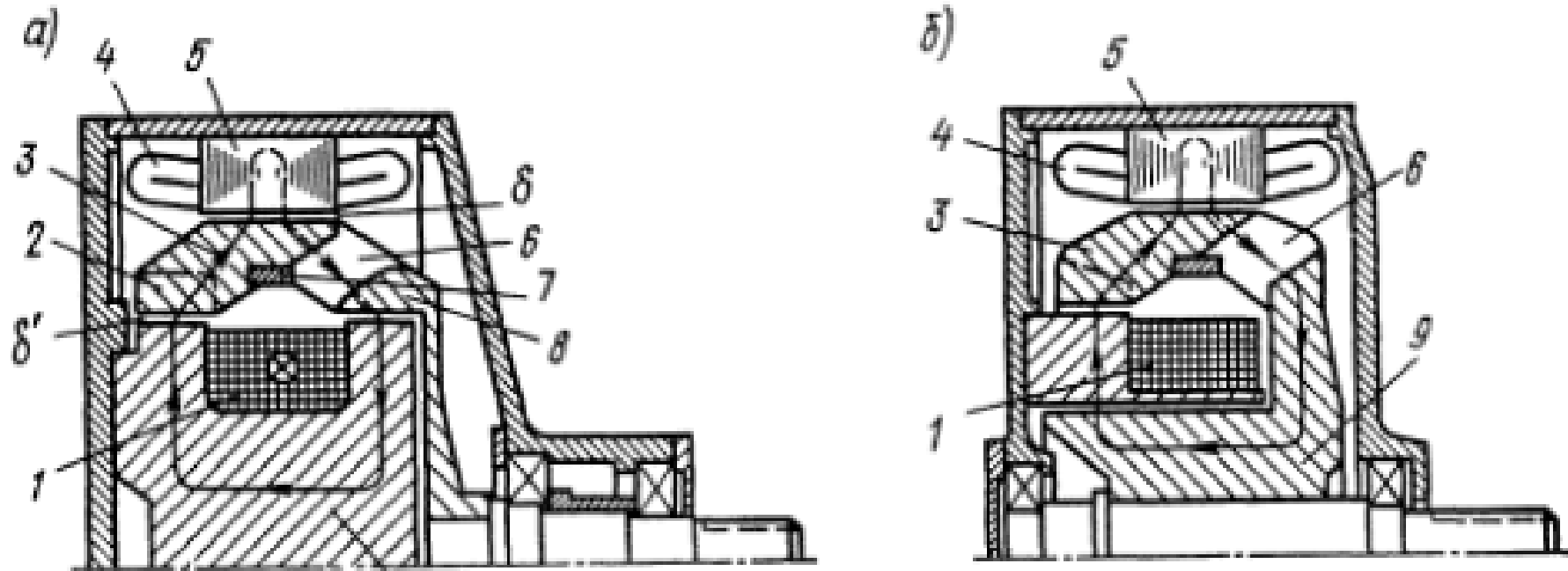
1. Відносна простота конструкції ротора;
2. Висока надійність.

Недоліки ЕМ із зовнішньо замкненим магнітним потоком:

1. Пов'язані із наявністю масивного сталюого зовнішнього корпусу;
2. Значні магнітні потоки розсіювання;
3. Великий діаметр та об'єм ОЗ.

Генератори із зовнішньо замкненим магнітним потоком використовуються для транспортних установок та електропостачання залізничних вагонів.

БСМ із внутрішньо замкненим потоком



Консольний генератор

Кільцева обмотка збудження 1 розташовується на внутрішньому осерді 9, обмотка якоря 4 – на шихтованому циліндричному магнітному осерді 5. Між нерухомими осердями 5 та 9 консольно кріпиться ротор, що має сталеве кільце 2 із пазуроподібними лівими виступами 3 та циліндричної частини 8 із правими виступами 6.

Робочий повітряний проміжок δ між ротором та якорем та додатковий проміжок δ' між ротором та осердям 9 менший за відстань між сусідніми виступами 3 та 6.

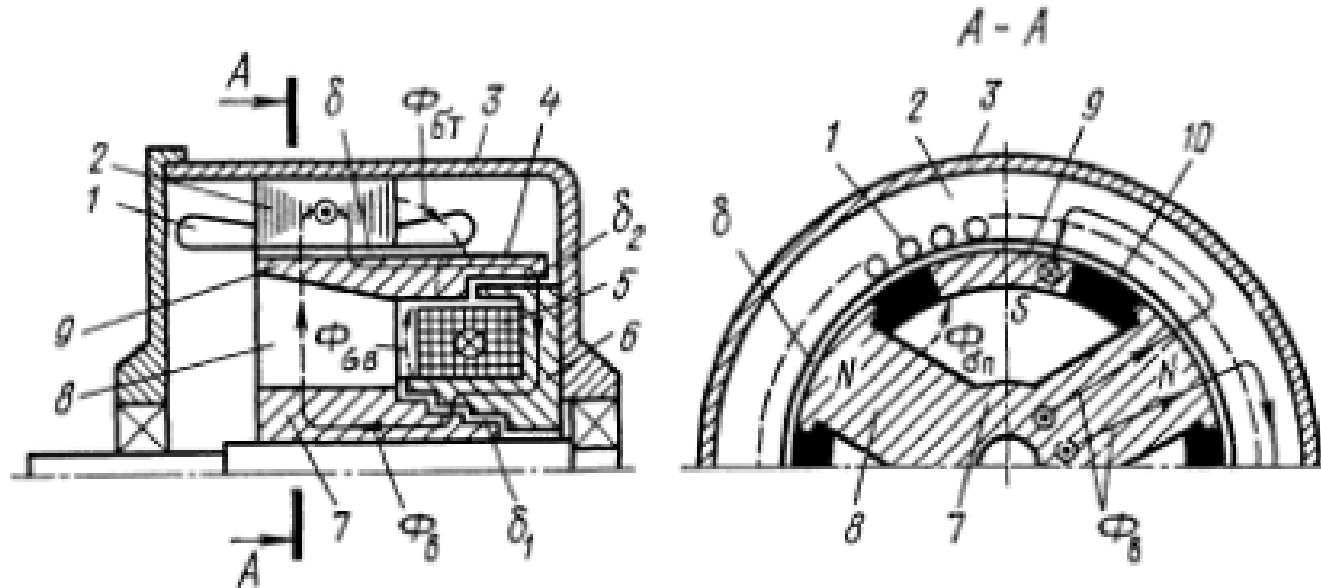
Простір між виступами заповнений міцним немагнітним сплавом. На роторі розташовується немагнітне кільце 7.

Магнітні лінії потоку збудження, зчеплені із ОЗ, замикаються через осердя 9, проміжок δ' , виступи 3 та 6, робочий проміжок δ та якір.

В даній конструкції генератора діаметр та об'єм ОЗ малі, зовнішній корпус виготовлений із легкого немагнітного матеріалу. Основний недолік – пов'язаний із консольним ротором, що збільшує його довжину, ускладнює технологію та обмежує максимальні частоти обертання.

Недоліків даної конструкції позбавлений генератор із двохстороннім розміщенням підшипників (рис. б). Такі ЕМ, завдяки збільшеній вазі ротора, застосовуються в якості маховичних генераторів, що мають підвищений момент інерції ротора, що згладжує пульсації частоти обертання ротора.

Конструкція БЕМ із внутрішньо замкненим потоком та одностороннім розташуванням ОЗ



Застосовуються при підвищених частотах обертання ротора та невеликих потужностях.

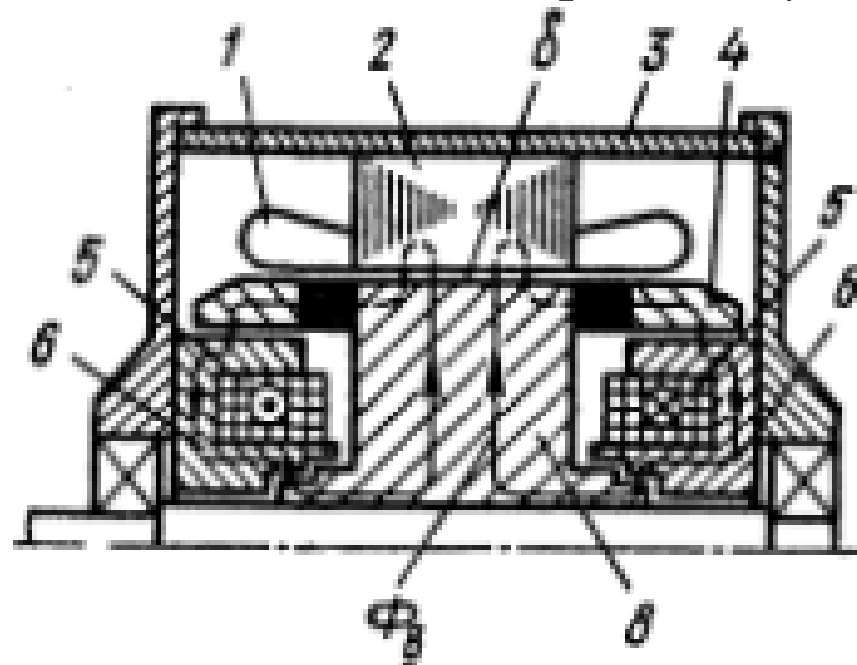
Конструкція статора: 1 – ОЯ; 2 – шихтоване циліндричне магнітне осердя; 3 – зовнішній корпус; Кільцева обмотка збудження 5 та скоба 6 із магнітом`якої сталі. Конструкція ротора: центральна втулка 7 із радіальними виступами 8 та циліндр 4 із аксіальними пазуроподібними виступами 9, що чергуються по колу із виступами 8. Зовнішні сторони виступів 8 та 9 через повітряний проміжок δ межують із якорем, а скоба 6 відділена додатковими повітряними проміжками δ_1 та δ_2 від втулки 7 та циліндра 4.

Втулка 7, виступи 8 та 9, циліндр 4 виготовені із магнітомякої сталі, а простір між ними залите міцним немагнітним сплавом 10. Вал машини може виконуватись магнітопровідним.

Магнітний потік Φ_3 замикається по шляху із найменшим сумарним проміжком: скоба 6 – проміжок δ_1 – втулка 7 – виступи 8 – проміжок δ – яркір – проміжок δ – виступи 9 – циліндр 4 – проміжок δ_2 – скоба 6. Таким чином, виступи 8 та 9 по відношенню до яркоря мають протилежну магнітну полярність.

Центробіжні сили, що діють на консольно закріплені виступи 9, можуть призводити до їх відгину при великих частотах обертання.

Конструкція машини із двохстороннім збудженням (сексин)

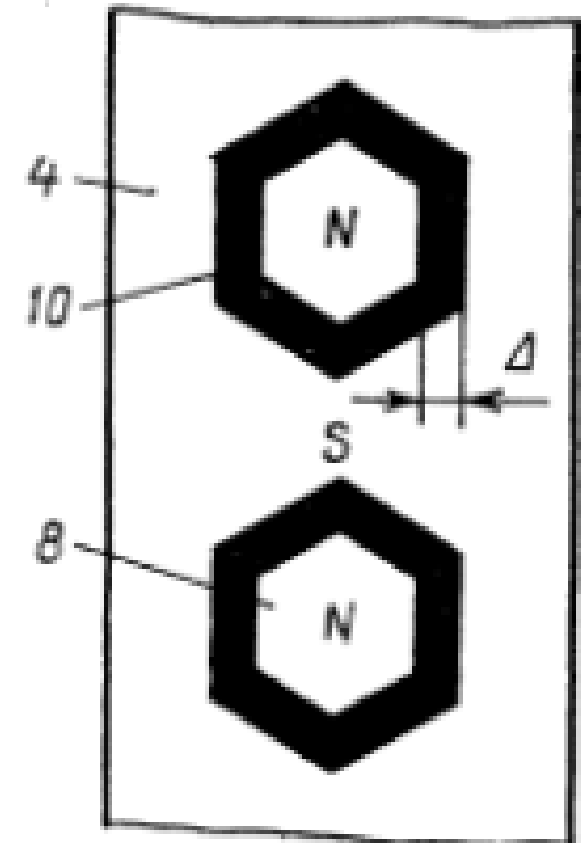


Циліндр 4 охоплює весь ротор, на роторі розташовані вікна, в які вставлені кінці виступів 8, причому проміжок Δ між краєм вікна і виступом 8 набагато більше повітряного проміжку δ .

Розгортка зовнішньої поверхні ротора показана на рис. Як і в попередній конструкції, потік із виступів 8 через проміжок δ проникає в якір, а потім через проміжок δ повертається в ротор, замикаючись на ділянки циліндра 4 між вікнами.

Північна група полюсів утворюється зовнішніми торцями виступів 8, а південна група – центральними ділянками циліндра 4 між вікнами.

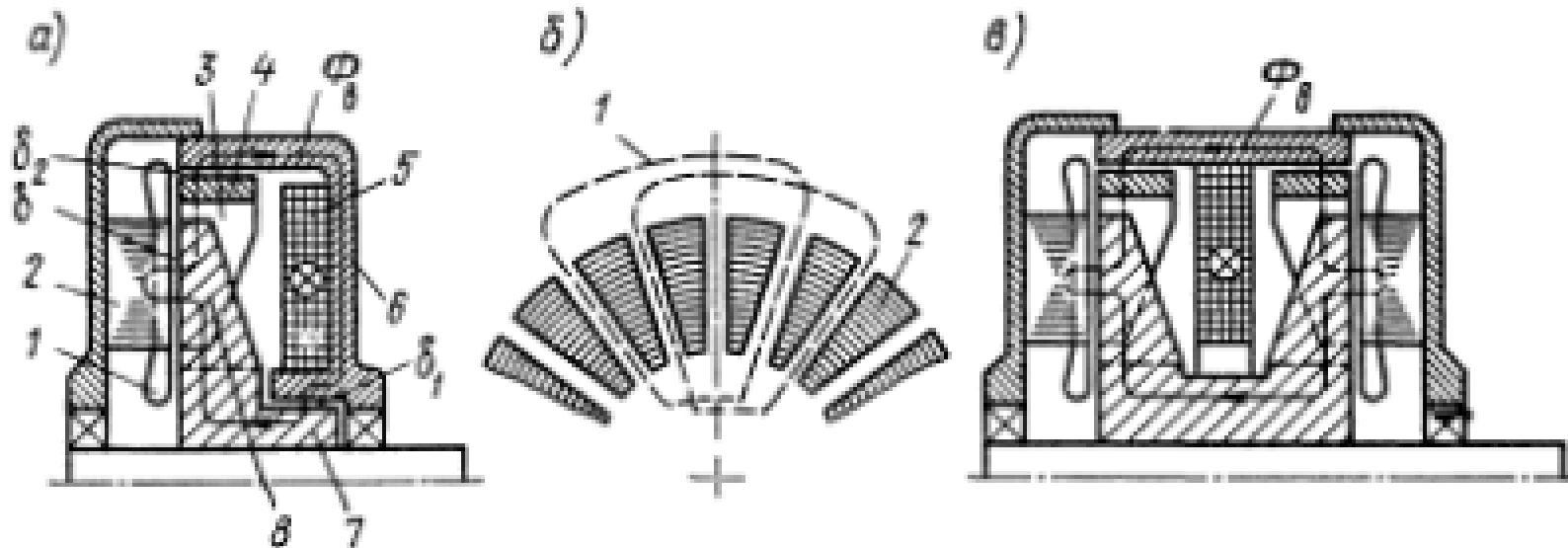
Оскільки ЕМ із внутрішньо- та зовнішньо замкненим потоком мають значні потоки розсіювання, це призводить до крутого нахилу зовнішніх характеристик та невисокої перевантажувальної здатності. Через конструктивну несиметрію північних та південних полюсів індукція під ними може відрізнятись на 30...40%. Це призводить до появи постійної складової в просторовій кривій розподілу індукції.



БЕМ із внутрішньо замкненим потоком застосовуються:

1. В автономних енергоустановках;
2. В системах електропостачання залізничних вагонів;
3. Автономні енергоустановки із поршневими приводними двигунами;
4. Високошвидкісні генератори типу сексин застосовуються в малопотужних системах електропостачання літальних апаратів (3...10 кВА).

Торцеві БЕМ



Торцева однопакетна (а, б) та двохпакетна конструкція

В торцевих БСМ пазуроподібні полюсні виступи розташовуються по радіусу та відділені аксіальним проміжком від торцевого якоря. Обмотка якоря 1 укладена в радіальні пази на торцевій поверхні сталюого осердя 2 кільцевидної форми, навитого із сталюого стрічки. Вигляд торцевого якоря показано на рис. б (зубці заштриховані). Кільцева ОЗ 5 закріплюється в корпусі 6, що виконується із магнітом`якої сталі. На роторі розташовується сталюа втулка 7 із радіальними полюсними виступами 8. Між полюсами 8 розміщуються полюси 3, що обмежуються сталюим ободом 4.

Основний магнітний потік замикається по на ступному шляху: корпус 6 – додатковий проміжок δ_1 між корпусом та ротором – втулка 7 – полюси 8 – робочий проміжок δ – якір – проміжок δ – полюси 3 – додатковий проміжок δ_2 між ободом та корпусом – корпус 6.

Підвищити використання потоку та зменшити питому вагу дозволяє використання двохпакетної конструкції БСМ, в якій замість бокової частини корпусу 6 розташований ще один якір із відповідною системою полюсів на роторі.

Переваги торцевих БСМ:

1. Короткий жорсткий ротор із суцільним зовнішнім сталюим ободом обумовлюють високу механічну міцність;
2. Питома вага в 1,5...2 рази менша в порівнянні із БСМ із зовнішньо замкненим потоком;

3. Відносно невеликий об'єм ОЗ та втрати в них;
4. Сприятливі умови для форсованого охолодження (за рахунок розташування ОЗ по периферії);
5. Обмотки легко захищаються від впливу агресивних середовищ.

Недоліки торцевих БСМ:

1. Поява незбалансованих осьових сил магнітного натягу;
2. Необхідність застосування радіально-упорних підшипників із підвищеним моментом інерції ротора;
3. Складність виготовлення торцевого якоря;
4. Неоднорідний розподіл магнітного поля по радіусу через несиметрію потоків розсіювання.

Область застосування торцевих БСМ:

Надійні високофорсовані генератори автономних енергоустановок в нестандартних умовах зовнішнього середовища;

Вбудовуються в конструкції різноманітних механічних агрегатів.