

КОРПУСНИЙ БЕЗПАЗОВИЙ МОМЕНТНИЙ ДВИГУН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Реуцький М.О., к.т.н., доцент, Гераскін О.А., к.т.н., доцент, Саратова А.В., магістрантка

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Електричні моментні двигуни (МД) постійного струму широко використовуються в якості виконавчих елементів у сучасних системах автоматики, телемеханіки, вимірювальної техніки. Досвід проектування та експлуатації магнітоелектричних машин показав їх високу якість з точки зору надійності та збереження початкових механічних характеристик протягом тривалого часу. Останнім часом в зв'язку з розробкою нових матеріалів для постійних магнітів, що мають більшу питому енергію, за ваговими та експлуатаційними характеристиками магнітоелектричні машини в певному діапазоні потужностей стали конкурентоспроможними з машинами з електромагнітним збудженням. Двигуни постійного струму не мають втрат на збудження, що підвищує їх показник ККД та полегшує охолодження. В деяких випадках машини з постійними магнітами є єдиним вирішенням поставлених задач.

Мета роботи. Проаналізувати конструкцію корпусного моментного електродвигуна, розрахувати його параметри та побудувати електромеханічні характеристики.

Матеріали і результати досліджень. Згідно з отриманим технічним завданням був спроектований безредукторний моментний двигун з гладким якорем та торцевим колектором.

Корпусний моментний двигун є 16-полюсною машиною постійного струму зі збудником у вигляді постійних магнітів.

Статор являє собою циліндр з прорізними на ньому комірками для встановлення тангенційно намагнічених полюсів - постійних магнітів.

Магніти виготовлені з ніодим-залізо-борового магнітного сплаву N38SH.

Полюсні наконечники, які слугують для концентрації магнітного потоку в робочому проміжку виконані з магнітом'якої сталі СТ 10. Полюсні наконечники утворюються з кільця в якому виконуються пази для розміщення магнітів.

Загальний вигляд корпусного моментного двигуна постійного струму представлено на рисунку 1.

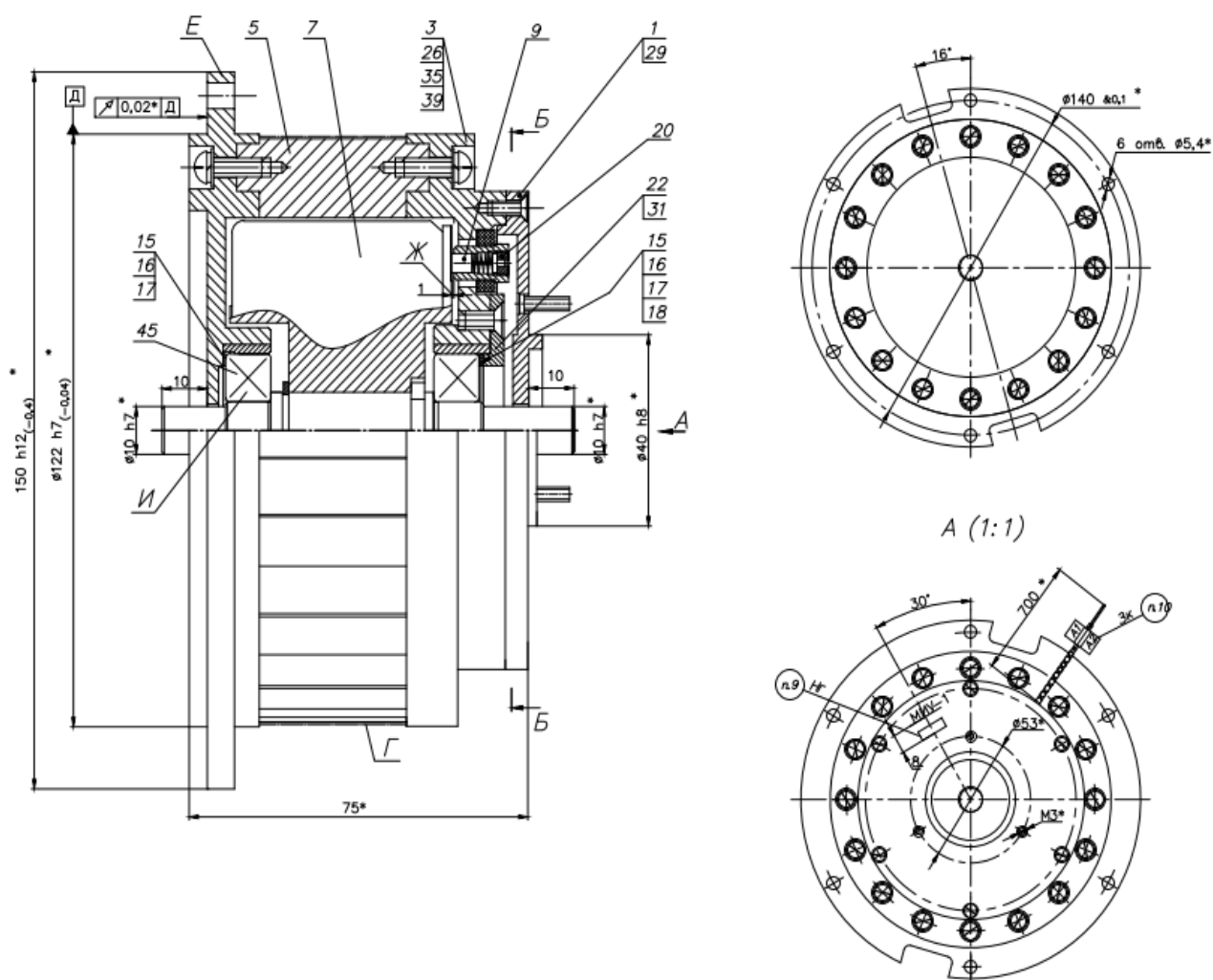


Рисунок 1 – Електродвигун з гладким якорем МІУ-1

Якір (поз. 7) має безпазове виконання і обертається в двох підшипниках (поз. 45), що встановлені в підшипникових щитах.

Сердечник якоря являє собою суцільний циліндр електротехнічної сталі 2411. Для ізоляції торців від обмотки по його краям встановлюються дві шайби з ізоляційного матеріалу.

Обмотка якоря – двошарова хвильова, виконується круглим мідним обмотковим проводом марки ПЕТ – 155 – 0.315 ДСТУ 21428-75.

Секції обмотки наклеєні на гладкий (безпазовий) сердечник якоря, ізольовані від нього і мають ще власну міжшарову ізоляцію. Якір з виконаною на ньому обмоткою просочується методом крапельного просочення термостійким компаундом та сушиться.

На торцевій частині якоря закріплений плоский колектор у вигляді печатної плати (рисунок 2), виконаний з фольгованого склотекстоліту методом позитивного друку, до якого припаюють виводи обмотки якоря.

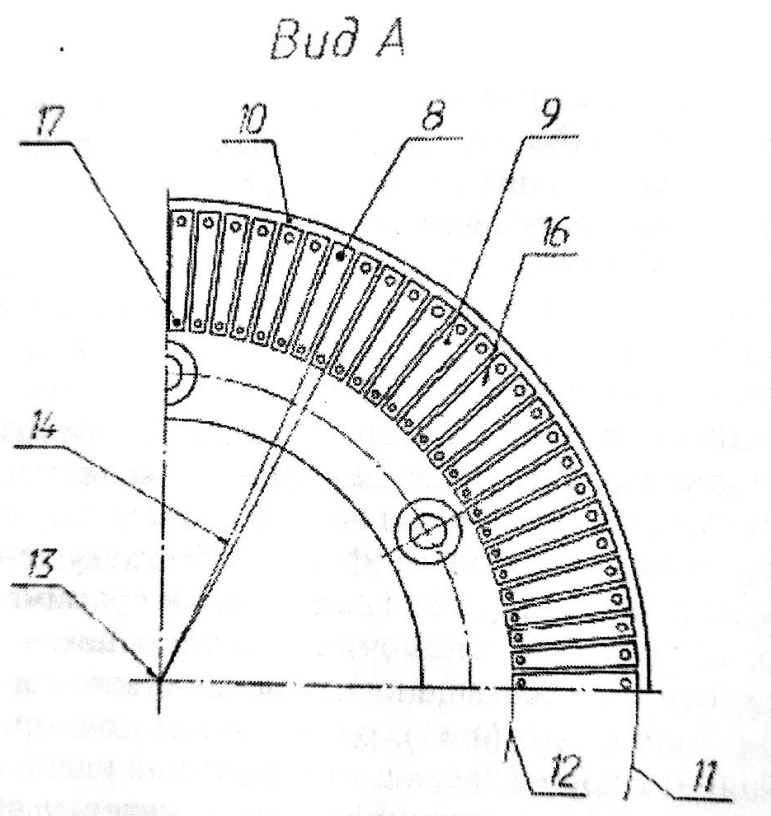
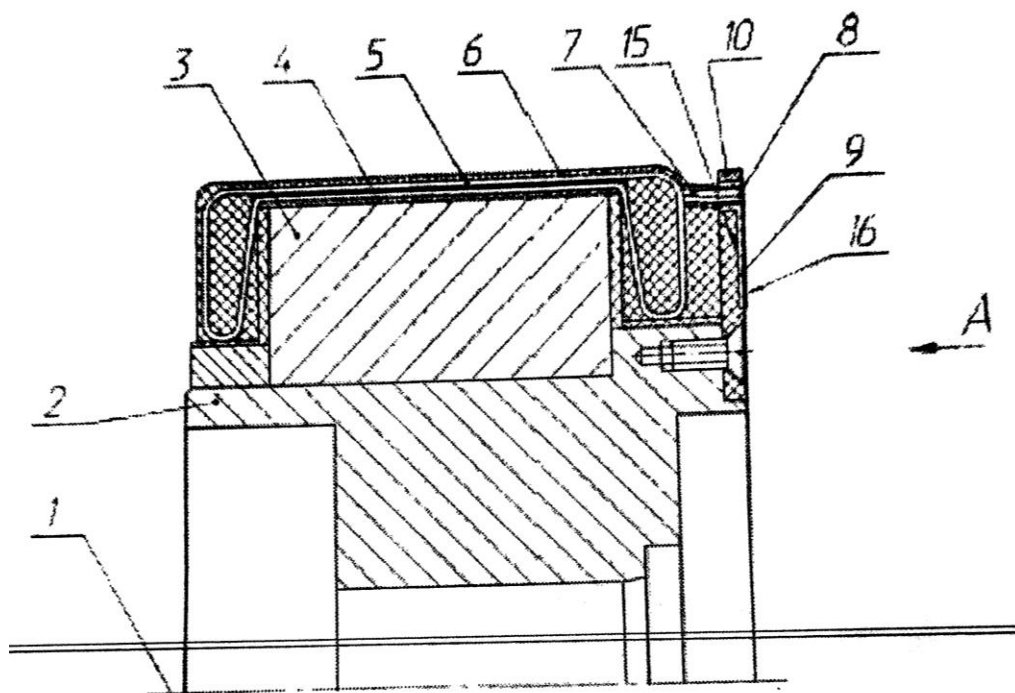


Рисунок 2 – Загальний вигляд якоря низькошвидкісного моментного електродвигуна постійного струму, виконаного з торцевим друкованим колектором

Якір має вісь обертання 1, корпус (осердя) 2, на якому розміщені елементи безпазової магнітної системи 3, ізолюючу основу (втулку) 4 з обмоткою 5 розміщеною в ізоляційному пакеті 6 і підключеною своїми виводами 7 до робочих контактних площадок 8 друкованих колекторних

елементів 9, які нанесені на пласку торцеву ізоляційну основу 10 (плату, розміщену на торцевій втулці), жорстко зв'язану з корпусом 2 [1].

Колектор має торцеве виконання, що допомагає зменшити об'єм двигуна і закріплений на торці якоря.

Сам якір працює наступним чином. Електрична напруга на контактних щітках електродвигуна через друковані колекторні елементи завдяки робочим контактним площадкам надходить на виводи двохшарової хвильової обмотки якоря. При протіканні електричного струму через дратові струмопровідні елементи зазначеної обмотки, які знаходяться в магнітному полі електродвигуна, створюється обертовий момент, внаслідок чого якір обертається навколо осі.

Безредукторне виконання машини дозволяє уникнути люфту при повороті, що допомагає більш точно фіксувати положення об'єкта керування.

Конструкція електродвигуна МІУ-1 має такі переваги:

- забезпечення високої плавності ходу за рахунок достатньої інерційності якоря;

- конструкція забезпечує зменшення габаритів електродвигуна, за рахунок можливості застосування торцевого колектора;

- відносна простота конструкції і кардинальне зменшення собівартості;

- відносно високий ККД при експлуатації (практично відсутні витрати на вихрові струми) завдяки хвильовому типу обмотки з дратового матеріалу у сполученні з друкованим колектором;

- можливість використання кількох шарів обмотки якоря;

- значний термін експлуатації і висока стійкість до впливу шкідливих кліматичних факторів;

- відносно високий рівень ремонтпридатності, який може бути забезпечений за рахунок можливості заміни окремих складових частин якоря;

Сукупність цих ознак забезпечує нову якість – практичну відсутність пульсацій частоти обертання якоря, тобто якісно новий рівень плавності ходу електродвигуна при одночасному кардинальному зменшенні його собівартості у порівнянні з пристроями-аналогами.

Електродвигун МІУ-1 використовується в якості привідного двигуна панорамного комплексу 2Р до складу якого входить телевізійна камера, поворотом якої керує електродвигун.

Проектування електродвигуна відбувається в послідовності, наведеній на рисунку 3 [2].

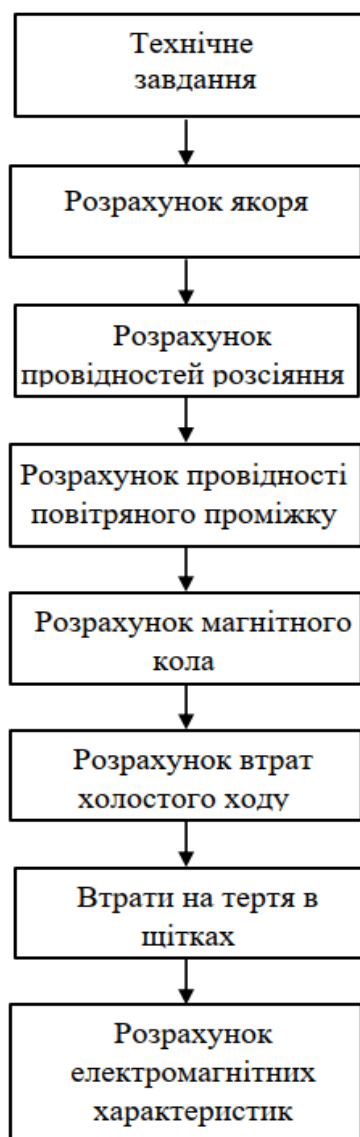


Рисунок 3 – Алгоритм розрахунку двигуна МІУ-1

В результаті розрахунків у програмі Mathcad були отримані дані для побудови електромеханічних характеристик, які зібрані в таблиці 1 і на основі яких побудовані електромеханічні характеристики двигуна при номінальній напрузі живлення 14 В та при підвищеній пусковій напрузі 23,2 В (рисунок 4).

Таблиця 1 – Дані для побудови електромеханічних характеристик

Параметр	Значення
Момент холостого ходу, Н·м	0.248
Кутова частота холостого ходу, рад/с	24.97
Момент при входній напрузі 23.2 В, Н·м	2.766
Кутова частота при входній напрузі 23.2 В, рад/с	41.42
Пусковий момент при номінальній напрузі, Н·м	1.669
Номінальна кутова частота, рад/с	0.628

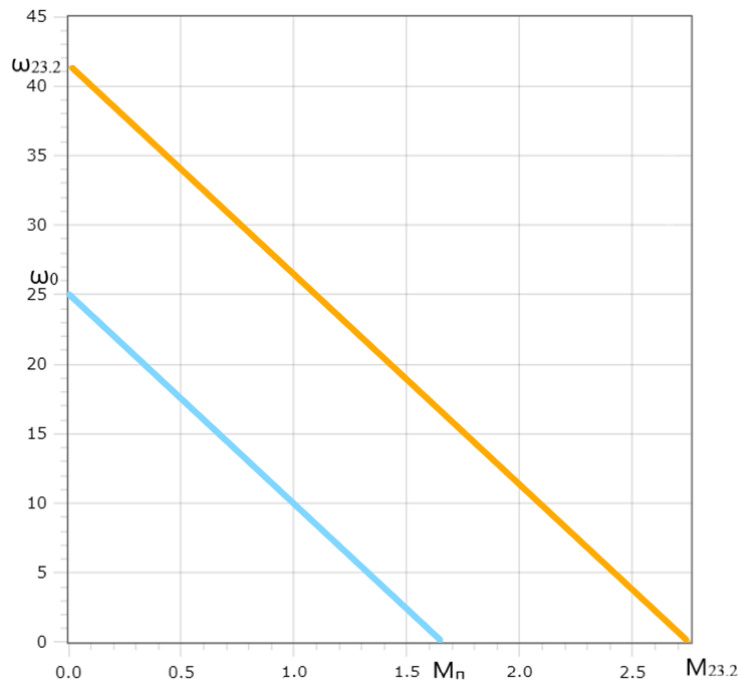


Рисунок 4 – Електромеханічні характеристики корпусного моментного електродвигуна постійного струму при зміні напруги живлення

Висновки. Застосування постійних магнітів для збудження дозволило спростити конструкцію двигуна та підвищити надійність. А виконання колектору торцевого типу на друкованій платі зменшило габарити електричної машини. Двигун має безредукторне виконання, що дозволяє уникнути люфту при повороті і сприяє більш точному фіксуванню положення камери панорамного комплексу. Порівняно з пристроями-аналогами в корпусному безпазовому електродвигуні МІУ-1 практично відсутні пульсації частоти обертання якоря, тобто він забезпечує високий рівень плавності ходу, при зменшенні його собівартості та габаритах.

Перелік посилань

1. Бірбасова А. А.; Дмитрієва О. С.; Лазарев Г. В.; Положенцев В. В.; Рибка Я. В.; Федосеева В. Ф, Якір низькошвидкісного моментного електродвигуна постійного струму. Патент України № 150389. 09.02.2022.
2. Морозов А. Г. Розрахунок електричних машин постійного струму: Навчальний посібник для електротехнічних спеціальностей. Москва; Высшая школа 1972. 224 с.