

ЕЛЕКТРОМАШИННИЙ ПІДСИЛЮВАЧ ПОПЕРЕЧНОГО ПОЛЯ ПОТУЖНІСТЮ 2 кВт

Реуцький М.О., к.т.н., доцент, Букань П.Є., Чамлай Г.Ю., магістранти
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. У вирішенні проблеми автоматизації електромеханічних комплексів ключова роль належить електрифікованим системам автоматичного регулювання, що використовуються як у промислових, так і в енергетичних установках. Одним із основних елементів системи автоматичного регулювання є підсилювачі, які дозволяють за допомогою малих потужностей керувати великими потужностями електричних машин, і не чутливі до зміни кліматичних та механічних впливів [1].

В якості підсилювачів застосовують електромашинні, магнітні та напівпровідникові підсилювачі, а також електронні. Зі стрімким розвитком різноманітних систем автоматичного регулювання великого поширення набули електромашинні підсилювачі (ЕМП). Завдяки великому коефіцієнту підсилення, швидкодії, високій перевантажувальній здатності та хорошим техніко-економічним і експлуатаційним показникам, ЕМП широко використовують у силовому автоматизованому електроприводі та багатьох енергетичних установках [2].

Мета роботи. Розібратися в принципі дії, будові, та характеристиках електромашинного підсилювача. Виконати розрахунок електромашинного підсилювача поперечного поля, який характеризується високим коефіцієнтом підсилення сигналу керування для використання в автоматизованих приводах.

Матеріали та результати досліджень. Об'єктом дослідження є Електромашинний підсилювач поперечного поля потужністю 2 кВт. ЕМП складається з генератора та приводного двигуна.

Основні параметри та характеристики генератора і двигуна приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри та характеристики генератора і двигуна

Номер	Назва параметру та одиниці виміру	Значення і характеристика
1.	Номінальна потужність генератора, кВт, не менше	2,0
2.	Номінальна вхідна потужність обмоток керування генератора, Вт, не більше	4,0
3.	Номінальна вихідна напруга генератора, В	95,0
4.	Номінальний струм навантаження генератора, А	21,5

Таблиця 1 – Параметри та характеристики генератора і двигуна (продовження)

Номер	Назва параметру та одиниці виміру	Значення і характеристика
5.	Номінальний струм навантаження генератора, А	21,5
6.	Номінальна напруга двигуна, В	27
7.	Номінальний споживаний струм двигуна, А, не більше	145
8.	Номінальна частота обертання двигуна, об/хв, не більше	6000±600
9.	Коефіцієнт корисної дії (К.К.Д.) двигуна, %, не менше	52
10.	Вихідна напруга в режимі форсування генератора, В	131,5
11.	Струм навантаження в режимі форсування вихідної напруги, А	21
12.	Вхідна потужність обмоток керування в режимі форсування вихідної напруги двигуна, Вт, не більше	30
13.	Режим роботи підсилювача	Тривалий, S1 по ДСТУ 183–74
14.	Виконання підсилювача	Захищений, ступінь захисту IP20 по ДСТУ 17494–96
15.	Спосіб охолодження	Повітряне примусове – IC01 по ДСТУ 20459–87
16.	Робоче положення підсилювача	Будь-яке (при вертикальному положенні вентилятором вниз)
17.	Маса підсилювача, кг, не більше	64
18.	Габаритні розміри підсилювача, мм	Ø192×619

Об'єктом дослідження є приводна частина ЕМП – двигун зі збудженням від постійних магнітів ЮНДК 35Т5БА, потужністю 4 кВт, на напругу 27 В, з частотою обертання 6000 об/хв.

Двигун складається з загального з електромашинним підсилювачем корпусу, виконаного зі сталеві труби, марка сталі Ст.10, з загального якоря з обмотками, системи збудження, колектора та щіток. Хвильова обмотка якоря вкладається в пази.

Якір обертається в магнітному полі збудження (рис. 1). На валу насаджено сердечник з електротехнічної сталі марки 2411, в пазах сердечника розміщена обмотка.

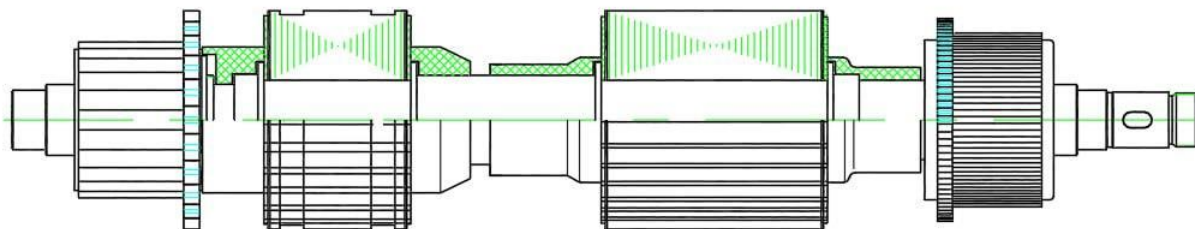


Рисунок 1 – Якір електромашинного підсилювача

Обмотка якоря з мідного дроту вкладається у пази, які ізолювані ізоляцією марки синтофлекс класу нагрівостійкості F – 155°C. Хвильова обмотка якоря з'єднана з колектором.

Колектор складається з мідних пластин, ізолюваних одна від одної міканітовою ізоляцією (рис. 2).

Графітові щітки притискаються до колектора з певним зусиллям і є струмовідводом до обмотки якоря.

Обмотки якоря виготовлені з прямокутного мідного дроту марки ПСЛДКТ 2.8*5.6 класу нагрівостійкості F – 155°C.

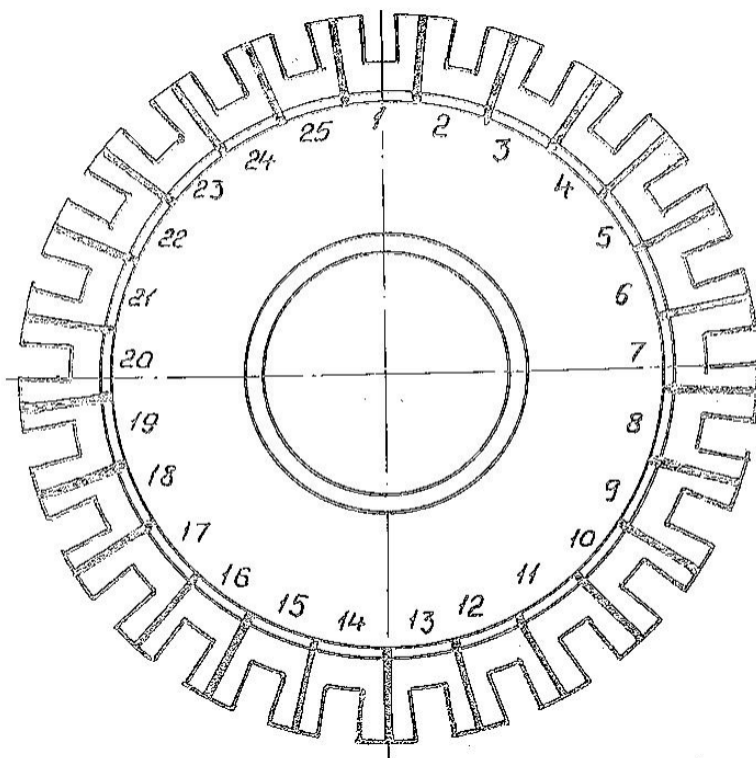


Рисунок 2 – Схема розташування пластин колектора

В модернізованому підсилювачі використовуються постійні магніти замість електромагнітного збудження.

Трудомісткість виготовлення полюсів для електромашинного підсилювача з електромагнітним збудженням включає виготовлення чотирьох шихтованих осердь полюсів і чотирьох полюсних котушок. Постійні магніти ЮНДК 35Т5БА можна замовляти в розмір, необхідний для встановлення в машину. Постійні магніти кріпляться до корпусу за допомогою сталевих черевиків – концентраторів магнітного потоку. Для намагнічування полюсів використовується легка намагнічувальна обмотка.

Поліпшення були досягнуті заміною електромагнітного збудження на збудження від постійних магнітів. Застосування постійних магнітів для системи збудження приводного двигуна виключає можливість аварійних режимів у ланцюзі збудження. У разі обриву обмотки збудження на холостому ходу за малого навантаження двигун іде в рознос, а за номінального навантаження внаслідок зупинки під напругою виникає режим короткого замикання [3].

В конструктивному відношенні ЕМП поперечного поля являє собою генератор постійного струму з розщепленими полюсами та додатковим комплектом щіток на колекторі. При розщепленій системі полюсів кожен північний полюс поділяється на два часткових північних $N, N (n, n)$, кожен південний – на два часткових південних $S, S (s, s)$. Така система полюсів забезпечує однакову магнітну провідність як по повздовжній, так і по поперечним осях машини. Обмотка якоря виконується з діаметральним чи трохи скороченим кроком. Загальний вид ЕМП наведено на рис. 3.

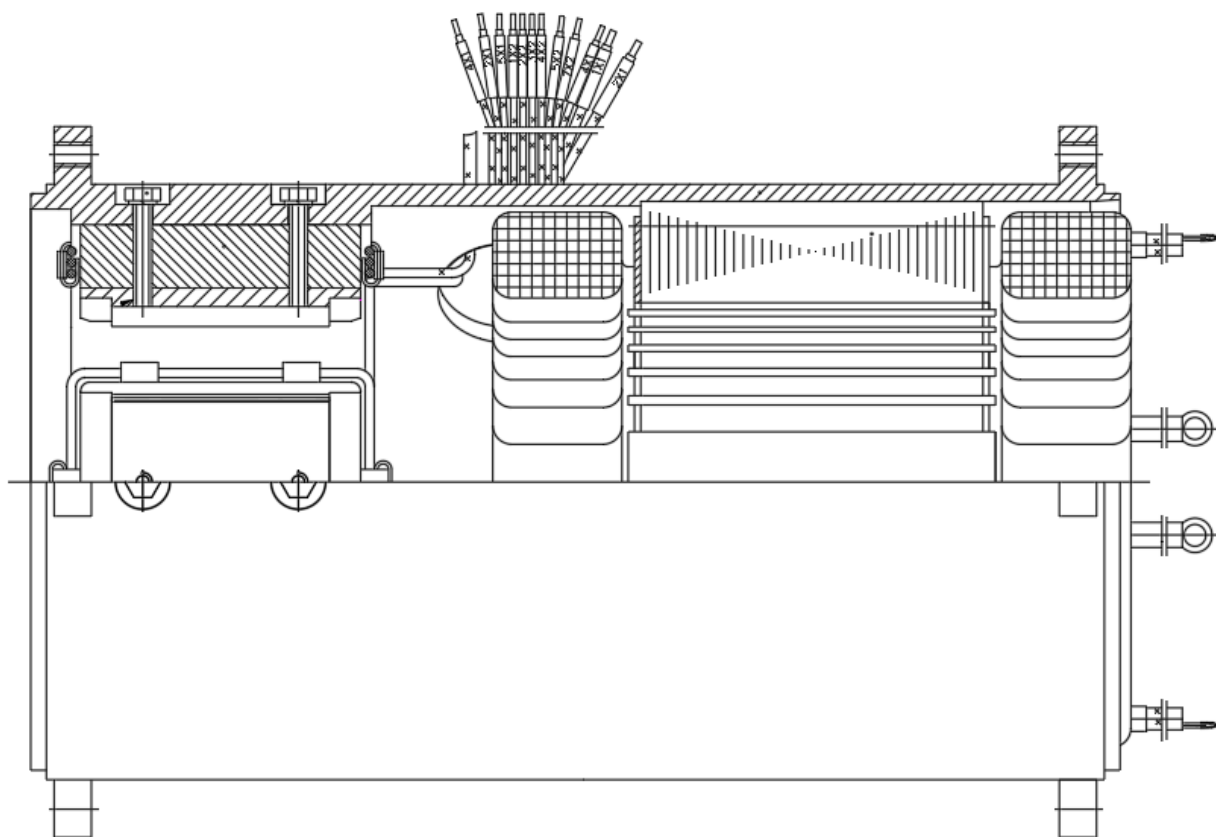


Рисунок 3 – Загальний вид статора ЕМП

Ескіз магнітопроводу з вказівками на розташування обмоток показаний на рис. 4.

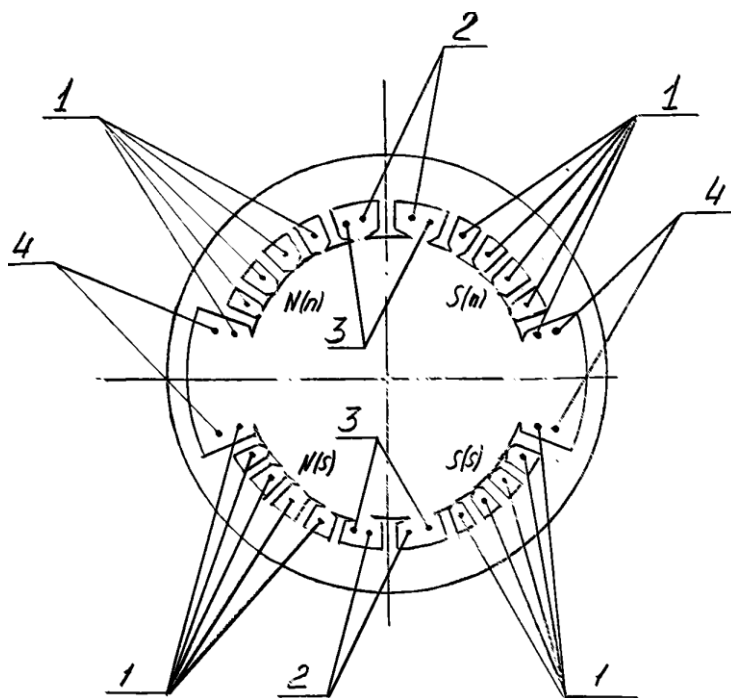


Рисунок 4 – Ескіз магнітопроводу з вказівками на розташування обмоток: 1 – компенсаційна обмотка; 2 – обмотка додаткових полюсів; 3 – поперечна обмотка; 4 – обмотка керування.

Сердечник якоря набирається зі штампованих листів електротехнічної сталі товщиною 0,5 мм. Листи насаджуються безпосередньо на вал. У пази на зовнішній поверхні якоря укладаються котушки обмотки якоря. Лобові частини обмотки, які виступають з кожного боку з сердечника якоря, мають вигляд циліндричного кільця і своїми внутрішніми поверхнями спираються на обмоткотримачі, а на зовнішній поверхні кріпляться бандажами.

Обмотка якоря приєднується до колектора. Він складається з мідних пластин, ізолюваних одна від одної міканітовими прокладками товщиною близько 1 мм. Пластини мають трапецеїдальний переріз і разом із прокладками складають кільце, яке скріплюється за допомогою натискних фланців, стягнутих стяжними болтами. Від натискних фланців пластини колектора ізолюються міканітовими колекторними манжетами. Зібраний колектор кріпиться на валу за допомогою шпонки. До кожної пластини колектора приєднуються з'єднувальні провідники «півники» – від обмотки якоря. Щітковий апарат виконується з двома парами щіток, встановленими на одній траверсі під кутом 90° . Застосовуються щітки марки ЕГ–8 $b_{щ} \times L_{щ} = 7,8 \times 8$ мм.

Дані розрахунку зовнішньої характеристики приведені в табл. 2, зовнішня характеристика представлена на рис. 5.

Таблиця 2 – Дані розрахунку зовнішньої характеристики

№	Позначення величини	$\Delta U_3, B$		
		39,45	8,30	0,00
1	$\sum R_3(O_M)$	2,59	0,55	0,00
2	$R_{ЯК} (O_M)$	2,05	0,00	-0,55
3	Δk_k	-0,00582	0,00	0,00155
4	k_k	0,99418	1,00	1,00155
5	Δk_{III}	0,24851	0,25581	0,25776
6	k_{III}	0,75	0,74	0,74
7	$R_{шк} (O_M)$	0,55	0,53	0,52
8	$I_{шк} (A)$	3,78	3,89	3,92
9	$U_3(B)$	105,37	136,52	144,82

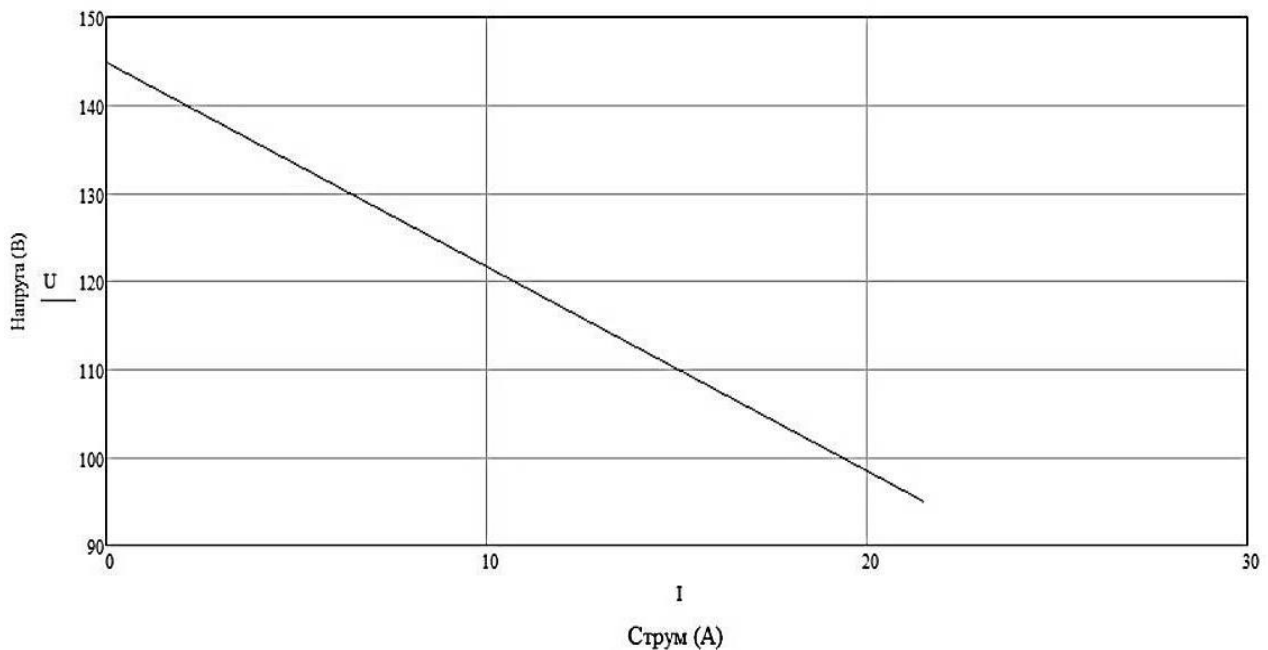


Рисунок 5 – Зовнішня характеристика ЕМП

Висновок. Представлені результати дослідження електромашинного підсилювача поперечного поля потужністю 2 кВт, розробленого для автоматизованих електроприводів і промислових систем регулювання. Основна увага приділена вивченню принципу дії, будові та характеристикам модернізованого підсилювача, який, завдяки використанню збудження від постійних магнітів замість електромагнітного збудження, забезпечує низку

переваг. Зокрема, така модернізація дозволяє підвищити надійність системи, виключаючи ризик аварійних режимів у ланцюзі збудження, а також сприяє оптимізації технічних показників.

Підсилювач забезпечує високий коефіцієнт підсилення сигналу керування, швидкодію, і стабільність роботи в різних умовах, що робить його ефективним для застосування в енергетичних установках. У роботі детально описано конструкцію підсилювача, а також проведено розрахунки, що підтверджують його переваги у тривалих режимах роботи. Завдяки конструктивним особливостям і покращеним експлуатаційним властивостям, підсилювач можна використовувати в автоматизованих електроприводах і промислових автоматизованих системах, де потрібна висока надійність і точність.

Перелік посилань

1. Черданцев Н.А., Пояркова М.Ф. Генератори та двигуни постійного струму. Л.: Енергія, 1972. 543 с.
2. Горяїнов Ф.А. Електромашинні підсилювачі. Л.: Енергія, 1970. 500 с.
3. Постійні магніти: довідник / під ред. д.т.н., проф. Ю.М. Пятина. 1980.

TRANSIENT MODES OF A DIRECT CURRENT TRACTION MOTOR WITH SERIES EXCITATION

Mykola Reutskiy, Ph.D., Anna Shymanska, Ph.D., Olexandr Nofenko, student
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Departament of Electromechanics

Introduction. Transient modes of operation occur during starting, braking, reversing, and rapid changes in shaft load of a series-excited DC traction motor. Changes in electromotive force, angular velocity, moment, and current over time are characteristic of the emerging dynamic regimes. The calculation of transient modes is used to determine the power of the electric motor and power equipment, as well as for the development of control systems [1].

Modern schemes for regulating the frequency of rotation of direct current traction electric motors usually contain thyristor pulse-width or phase-pulse converters, a reverse diode and a choke for smoothing out ripples [2].

The aim of the work is study of transient and steady-state operation modes of a 150 kW series-excited DC motor, namely: acceleration and braking; direct and rheostat