

Корисна модель належить до галузі трансформаторобудування та може бути використана при виробництві багатофазних трансформаторів і реакторів з регулюванням підмагнічування магнітопроводу постійним струмом для зміни напруги та індуктивності.

Технічним результатом корисної моделі є зниження матеріалоємності, втрат активної потужності та трудомісткості виготовлення.

Відома електромагнітна система трансформатора з регулюванням магнітного потоку і напруги шляхом поздовжнього підмагнічування, яка містить симетричний просторовий магнітопровід з яремними та стрижневими елементами і обмоткові котушки фаз змінного струму та поздовжнього підмагнічування постійним струмом (а.с. СРСР № 792303, кл. H01F 31/06, 30.12.1980).

Яремні елементи магнітопроводу утворюють окремі контури, розділені проміжком. Котушки обмотки підмагнічування охоплюють ділянки яремних елементів, що розділені зазначеним проміжком, та створюють постійні контурні магнітні поля.

Накладання постійної складової магнітного поля на змінну викликає нелінійні викривлення підсумкового магнітного поля, що призводить до погіршення показників трансформатора. Зазначений негативний вплив усувається шляхом взаємної компенсації нелінійних викривлень фазових електрорушійних сил, яка досягається зустрічним включенням контурних котушок підмагнічування.

Однак наявність двох контурів магнітопроводу та розділення обмотки підмагнічування на дві окремі секції з боками котушок, розташованими в проміжку, призводить до погіршення масовартісних показників трансформатора та підвищення втрат.

Ознаками вказаної електромагнітної системи, що співпадають з корисною моделлю, є наявність симетричного просторового магнітопроводу з яремними та стрижневими елементами, а також обмоткових котушок фаз змінного струму та підмагнічування постійним струмом.

Також відома електромагнітна система трансформатора або реактора з поперечним підмагнічуванням постійним струмом, яка містить симетричний просторовий магнітопровід з плоскими торцевими поверхнями і центральним отвором, з яремними та стрижневими елементами, а також обмоткові котушки фаз змінного струму та поперечного підмагнічування (патент України № 70866А, кл. H01F 29/14, 15.10.2024), яку прийнято за прототип.

Котушки поперечного підмагнічування охоплюють середні частини стрижневих елементів та їх боки, розташовані в центральних отворах цих елементів. Поперечне підмагнічування усуває нелінійні викривлення при регулюванні змінного магнітного потоку, напруги та індуктивності, відповідно, трансформатора і реактора.

Матеріалоємність і втрати зменшуються за рахунок використання однієї обмотки поперечного підмагнічування замість двох зустрічно включених обмоткових секцій подовжнього підмагнічування.

Однак наявність центральних отворів у стрижневих елементах збільшує розміри зовнішнього контуру стрижнів і призводить до підвищення середньої довжини витка котушок фаз змінного струму, матеріалоємності та втрат.

Ознаками близького аналога, що співпадають з корисною моделлю, є те, що електромагнітна система містить симетричний просторовий магнітопровід з плоскими торцевими поверхнями і центральним отвором, з яремними та стрижневими елементами, а також обмоткові котушки фаз змінного струму та поперечного підмагнічування.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення конструкції електромагнітної системи з регулюванням підмагнічування магнітопроводу, в якій сукупність конструктивних ознак забезпечує зниження матеріалоємності та втрат активної потужності багатофазних регульованих трансформаторів і реакторів.

Поставлена задача вирішується тим, що в електромагнітній системі з регулюванням підмагнічування магнітопроводу, яка містить симетричний просторовий магнітопровід з плоскими торцевими поверхнями та центральним отвором, з яремними і стрижневими елементами, а також обмоткові котушки фаз змінного струму та поперечного підмагнічування, згідно з корисною моделлю, у центральному отворі магнітопроводу встановлено індуктор зі стрижневою частиною, охопленою обмоткою підмагнічування і поєднаною з радіальними виступами, що примикають до торцевих поверхонь яремних елементів.

Радіальні виступи утворені вигином на 90° ділянок між прорізами на торцях феромагнітних трубчастих заготовок і формуванням на цих ділянках плоских поверхонь.

Сукупність вказаних ознак, а саме встановлення в центральний отвір магнітопроводу індуктора зі стрижневою частиною, охопленою обмоткою підмагнічування і поєднаною з радіальними виступами, що примикають до ділянок яремних торцевих поверхонь, забезпечує мінімізацію середніх довжин витків обмотки підмагнічування і котушок фаз змінного струму.

При цьому зменшується маса магнітопроводу за рахунок вилучення центральних отворів у стрижневих елементах. Відповідно, знижуються втрати в обмотках та магнітопроводі, покращуються масовартісні та енергетичні показники і підвищується компактність регульованого трансформатора або реактора.

Утворення радіальних виступів індуктора шляхом вигину на 90° ділянок між прорізами на торцях феромагнітних трубчастих заготовок і формуванням на цих ділянках плоских поверхонь спрощує конструкцію та знижує трудомісткість виготовлення індуктора.

Корисна модель ілюструється кресленнями, що пояснюють суть конструкцій різновидів електромагнітних систем з поперечним підмагнічуванням магнітопроводів. На фіг. 1 і 2, а також на фіг. 3 і 4 зображено верхні та бокові види трифазного реактора і трансформаторного перетворювача числа фаз з $m_1=3$ до $m_2=6$ з розрізами, що пояснюють суть їх будови, а на фіг. 5 і 6 наведено схеми трубчастої заготовки і суцільної будови індуктора поперечного підмагнічування.

Електромагнітні системи, зображені на фіг. 1-4, містять симетричні виті магнітопроводи 1 з плоскими торцевими поверхнями 2 і центральним отвором 3, з яремними 4 і стрижневими 5 елементами, а також обмоткові котушки фаз змінного струму 6 та котушки поперечного підмагнічування 7.

У центральний отвір 3 магнітопроводу 1 встановлено індуктор 8 зі стрижневою частиною 9, охопленою обмоткою підмагнічування 7 і поєднаною з радіальними виступами 10, що примикають до ділянок 11 торцевих поверхонь 12 яремних елементів 4.

У конструкціях, зображених на фіг. 3 і 4, радіальні виступи 10 індуктора 8 утворені вигином на 90° ділянок 13 між прорізами 14 на торцях феромагнітних трубчастих заготовок (фіг. 5) та опресуванням цих ділянок 13 з формуванням плоских поверхонь 15.

При роботі реактора (фіг. 1, 2) або трансформатора (фіг. 3, 4) котушки 7 утворюють потік постійного магнітного поля, що замикається через стрижневу частину 9 і виступи 10 індуктора 8 та ділянки 11 яремних елементів 4 між торцевими поверхнями 12. Силкові лінії постійного магнітного поля в ділянках 11 яремних елементів 4 спрямовані ортогонально до напрямку змінного магнітного поля.

Послабленням або підсиленням постійного струму в котушках 7 досягається, за відсутності нелінійних викривлень, регулювання магнітної проникності та змінного магнітного потоку магнітопроводу 1, що призводить до регулювання реактивного опору та вихідної напруги, відповідно, реактора і трансформатора.

Порівняно з прототипом, використання технічних рішень (фіг. 1-6) за рахунок мінімізації об'ємів і металоемності активних елементів покращує масовартісні показники різновидів індуктивних статичних пристроїв на 6...10 % при зниженні на 4...6 % втрат активної потужності. Завдяки встановленню індуктора в центральну осьову порожнину підвищується компактність електромагнітних систем (фіг. 1-4).

Заміна складання магнітопроводу індуктора з окремих елементів його інтегральним формоутворенням з трубчастих феромагнітних заготовок (фіг. 5, 6) знижує металоемність і трудомісткість виготовлення пристрою підмагнічування.

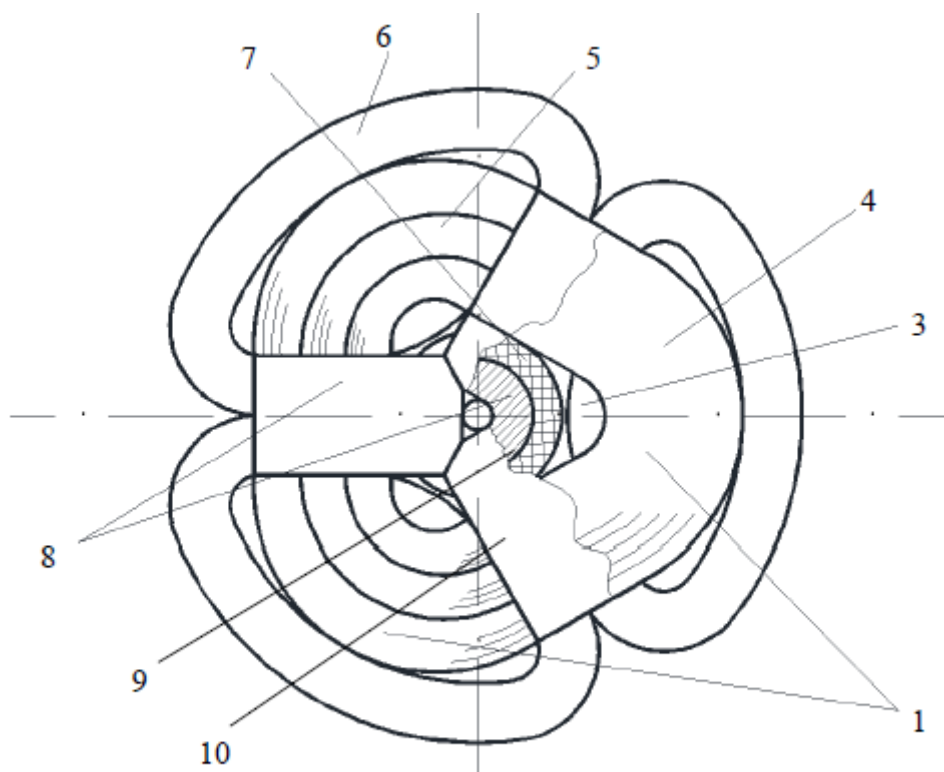


Fig. 1

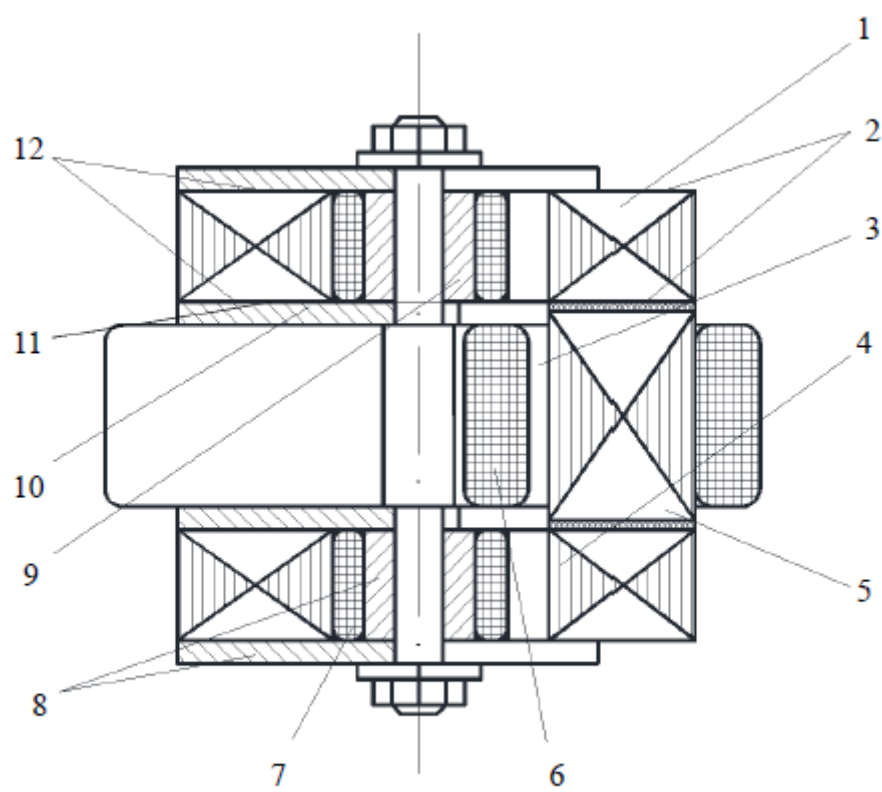


Fig. 2

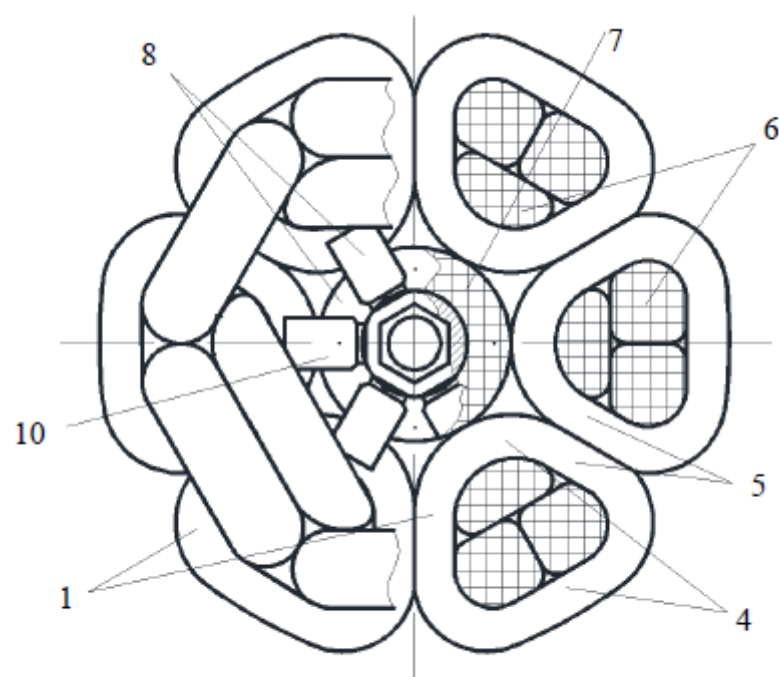


Fig. 3

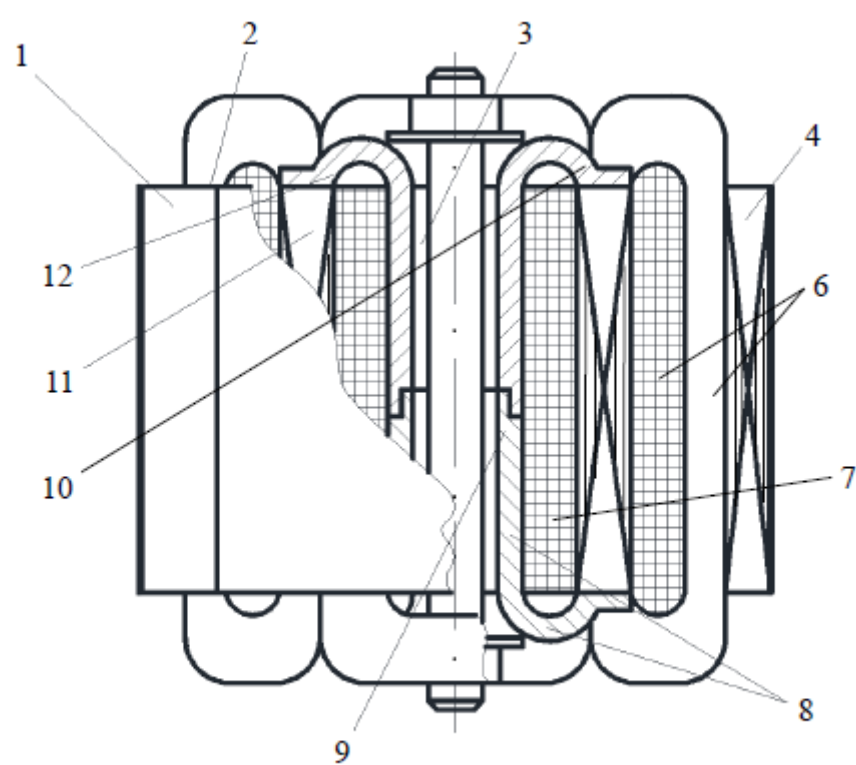


Fig. 4

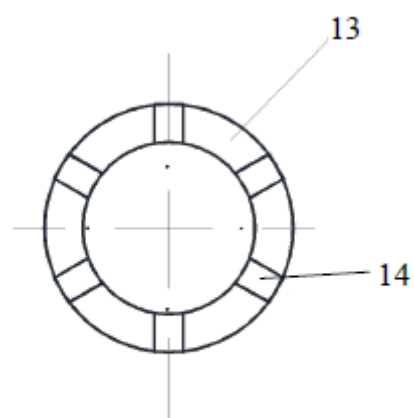


Fig. 5

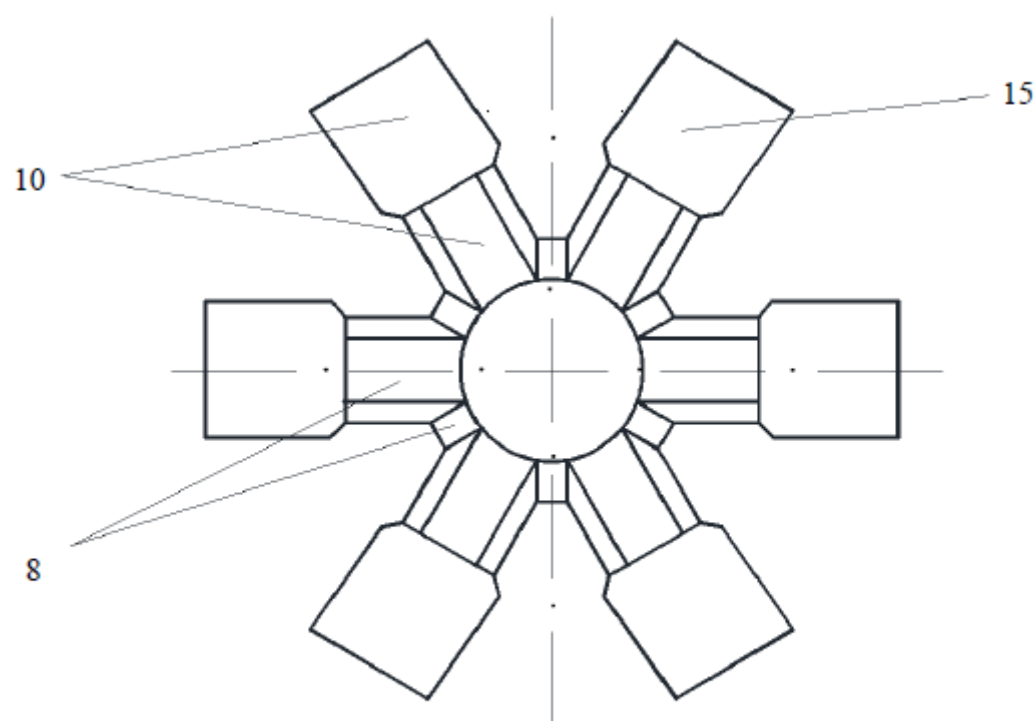


Fig. 6