

УДК 621.365.5

Яримбаш Д.С.¹, Тютюнник П.О.²

¹ д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² асп. НУ «Запорізька політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ ІНДУКТОРІВ МУНДШТУКА ПРЕСУ

Для підвищення якості вугільно-графітової продукції необхідне дотримання технологічного процесу на всіх стадіях виробництва. Для виробництва вугільно-графітових блоків особливо важливе значення має процес виготовлення їх заготовок, оскільки порушення технологічного процесу на цьому етапі може призвести до зниження якості готової продукції і до марних витрат часу і ресурсів.

Формування заготовок вугільно-графітових блоків відбувається шляхом пресування через масивні мундштуки. Для уникнення поверхневих і внутрішніх розривів заготовки необхідно забезпечити стабільність температурного поля на внутрішній поверхні мундштука пресу при проходженні вугільно-графітової маси. Для цього мундштуки обладнано спеціальною системою індукційного обігріву промислової частоти.

Для підвищення ефективності роботи автоматизованої індукційного нагрівання і високої точності температурних режимів необхідно проводити

багато складних і дорогих експериментів на діючому технологічному обладнанні. Альтернативою є проведення комп'ютерного моделювання.

В попередніх дослідження авторами було розроблено тривимірну електромагнітну модель, яка відображає складну багатокомпонентну конструктивну будову індукторів, нелінійність фізичних властивостей його складових та її реалізація на основі методу скінченних елементів.

Реалізація цієї моделі дозволяє з високою точністю визначити параметри індукторів, які необхідні для автоматизованої системи керування, але вона потребує значних витрат часу та обчислювальних ресурсів. Це не дозволяє її використовувати при роботі системи автоматизованого керування в режимі реального часу, та значно обмежує її використання в задачах подальшої оптимізації для підвищення ефективності конструктивного виконання індукторів.

Тому метою роботи даної роботи була розробка підходу для підвищення обчислювальної ефективності реалізації тривимірної електромагнітної моделі індукторів.

Базуючись на попередніх дослідженнях, щодо оцінки крайових ефектів лобових частинах обмоток та прилеглих до них частинах масивних індукторів було вирішено застосувати метод декомпозиції розрахункової тривимірної моделі індуктора вдало апробований авторами на інших електротехнічних пристроях.

Моделювання проводилось для повної розрахункової моделі і для трьох окремих моделей зон декомпозиції. Розміри лобових зон визначались за результатами реалізації повної моделі, коли вплив крайових ефектів у центральній частині ставав мінімальним.

Такий підхід дозволив проводити моделювання електромагнітних процесів у центральній частині індуктору у плоско-паралельному наближенні, що значно скоротило витрати часу та обчислювальні ресурси у порівнянні із тривимірним моделюванням.

Порівняння результатів розрахунку полів векторних магнітних потенціалів показало, що найбільші похибки характерні для сполучення струмопровідних зон але вони не перевищують 1,2%.

Відносні похибки для області індуктору та його підобластей не перевищують 0,335% для енергії магнітного поля, 1,12% - для електричних витрат, 1,2% і 0,4% - для модуля і фази падіння напруги.

Застосування методу декомпозиції дозволило з високою точністю проводити моделювання електромагнітних процесів і зменшити витрати часу у понад 10 разів та знизити вимоги до обчислювальних ресурсів.

Таким чином, вперше застосовано метод просторової декомпозиції розрахункової області індуктору мундштука пресу при реалізації тривимірної моделі електромагнітних процесів. Це дозволило істотно знизити вимоги до

обчислювальних ресурсів та витрати часу на реалізацію у порівнянні із тривимірним моделюванням електромагнітних процесів для повної області. Висока точність запропонованого методу дозволить проводити подальші дослідження системи індукційного обігріву мундштука пресу, проводити оптимізацію конструкції індукторів для підвищення їх енергетичної ефективності.