**Лекція 8. Застосування закону повного струму для розрахунків магнітних полів. Потік вектора магнітної індукції.**

**Теорема Гауса для магнітного поля.**

**Закон повного струму для магнітного поля у вакуумі (теорема про циркуляцію вектору В) має наступний вигляд:**

 циркуляція вектора **В** за довільним замкнутим контуром дорівнює добутку магнітної постійної на алгебраїчну суму струмів, які охоплюються цим контуром:



Теорема про циркуляцію вектора **В** має в навчанні про магнітне поле таке ж значення, як теорема Гауса в електростатиці, так як дозволяє знаходити магнітну індукцію поля без застосування закону Біо - Савара -Лапласа. Нагадаємо, що розраховувати інтеграл в законі Біо - Савара –Лапласа сумісно з принципом суперпозицій магнітних полів є дуже важкою математичною проблемою.

Продемонструємо справедливість і застосовність теореми про циркуляцію вектора **В** на прикладі магнітного поля прямого струму, який на рис. перпендикулярний площині креслення і спрямований до нас.
Уявімо собі замкнутий контур у вигляді кола радіуса r . У кожній точці цього контуру вектор **В** однаковий за модулем і спрямований по дотичній до окружності (вона є і лінією магнітної індукції). Отже, циркуляція вектора **В** дорівнює





Ця циркуляція за законом повного струму (перша формула лекції) дорівнює добутку магнітної постійної на величину струму, що тече в контурі.
Таким чином, виходячи з формули теореми про циркуляцію вектора В, отримуємо вираз для магнітної індукції поля прямого струму:



Ця формула збігається з формулою для розрахунку магнітної індукції прямого струму, яка виходить прямим, але математично складним, інтегруванням закону Біо - Савара -Лапласа. Але в разі використання закону повного струму вона виходить дуже просто.

Важливе значення для практики має також магнітне поле тороїда - кільцевої котушки, витки якої намотані на сердечник, що має форму тора (рис.). Магнітне поле, як показує досвід, зосереджено всередині тороїда, поза ним поле відсутнє. Лінії магнітної індукції в даному випадку, як випливає з міркувань симетрії, є кола, центри яких розташовані по осі тороїда.



В якості контуру виберемо одне таке коло радіусом r. Тоді, за теоремою про циркуляцію вектору B ( закон повного струму) отримаємо:



де N - число витків тороїда.

З останньої формули випливає, що магнітна індукція всередині тороїда в вакуумі дорівнює:



Якщо порівняти математичні вирази для циркуляції (інтеграл по замкнутому контуру, по замкнутому шляху, по циклу) вектора **E** і вектора **В**, то бачимо, що між ними існує принципова відмінність. Циркуляція вектора **Е** електростатичного поля завжди дорівнює нулю, тобто **електростатичне поле є потенційним.**Циркуляція вектора **В** магнітного поля не дорівнює нулю (дивись закон повного струму). Таке поле називається **вихровим.**

Потоком вектора магнітної індукції (магнітним потоком) через площадку к dS називається скалярна величина, що дорівнює:



де Вn = В cos a - проекція вектора **В** на напрямок нормалі **n** до площадки dS (а - кут між векторами **n** і **В**); **dS** = dS**n** - вектор, модуль якого дорівнює dS, а напрямок його збігається з напрямком нормалі **n** до площадки.
Потік вектора магнітної індукції Фв через довільну поверхню S дорівнює:



Для однорідного поля і плоскої поверхні, розташованої перпендикулярно вектору **В**, Вn = В= const маємо:



З цієї формули визначається одиниця магнітного потоку вебер (Вб):

1 Вб - магнітний потік, що проходить крізь плоску поверхню площею 1 м2, розташовану перпендикулярно однорідному магнітному полю, індукція якого дорівнює 1 Тл (1 Вб = 1\_Тл • м2).

**Теорема Гауса для поля В:** потік вектора магнітної індукції крізь
будь-яку замкнену поверхню дорівнює нулю:



Ця теорема відображає факт відсутності в природі магнітних зарядів, внаслідок чого лінії магнітної індукції не мають ні початку, ні кінця і є
замкнутими.
Отже, для потоків векторів В і Е крізь замкнуту поверхню в вихровому і потенційному полях виходять різні вирази.

Для магнітного поля потік дорівнює нулю, а для електростатичного поля – потік вектору Е крізь замкнену поверхню знаходиться за теоремою Гаусу та не дорівнює нулю.

ЗАСТОСУВАННЯ законів магнітного поля та формули для розрахунків параметрів магнітних систем, присвячено відповідні розділи завдання в пропонованому методичному посібнику.

Детально теоретичний матеріалу по темі магнітне поле може буті знайдено в рекомендованій літературі (Трофімова).