

**МАГНІТНІ ФІЛЬТРИ З ТАНГЕНЦІАЛЬНИМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТАМИ ДЛЯ
ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ ВІД МАГНІТНИХ ЗАБРУДНЕНЬ****В.І. Гаращенко¹, І.М. Астрелін², О.В. Гаращенко¹**¹Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне²Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, м. Київ
e-mail: vigarashchenko@yandex.ru

Стаття присвячена актуальному питанню вдосконалення магнітних фільтрів з феромагнітними фільтруючими загрузками, для очищення технологічних водних середовищ від феромагнітних домішок. В статті наведено результати досліджень характеру розподілу індукції магнітного поля в фільтруючій загрузці, розміщеній в циліндричних корпусах між полюсами торцевих і тангенціальних електромагнітів. На основі досліджень встановлено взаємозв'язки між такими параметрами, як діаметр корпусу фільтра, діаметр осердя електромагніта та відстань між осердями електромагнітів по висоті корпусу фільтра, при яких зменшуються зони феромагнітної загрузки з низьким значенням індукції поля та забезпечується рівномірність намагнічування загрузки. Наведена схема нової конструкції магнітного фільтра з тангенціальними електромагнітами, які розміщені по висоті корпусів таким чином, що утворюють замкнений магнітний контур. Запропоноване технічне рішення дозволяє створювати по висоті корпусу у феромагнітній загрузці однакові умови для ефективного осадження магнітних домішок. Результати експериментальних досліджень дозволили визначити конструктивні параметри магнітних фільтрів з торцевими і тангенціальними феромагнітними осердями електромагнітів. Рекомендовані співвідношення між конструктивними параметрами дозволяють збільшити рівень намагніченості загрузки по об'єму фільтра на 10-15 % і, відповідно, ефективність процесу очищення водних середовищ.

Ключові слова: магнітний фільтр, магнітне очищення, феромагнітна загрузка.

Вступ

Технологічні та стічні водні середовища теплоенергетики (ТЕЦ, ТЕС), металургії внаслідок неперервної корозії та зносу обладнання збагачуються залізовмісними домішками продуктів корозії.

Численними дослідженнями встановлено, що переважна більшість цих домішок мають магнітні властивості. Тому для їх видалення ефективним є магнітний метод очищення, оснований на використанні електромагнітних (магнітних) фільтрів [3, 5, 6, 9]. На відміну від механічних фільтрів, магнітні фільтри не потребують хімічних реагентів для регенерації, а відповідно, вони є екобезпечними, високошвидкісними (1000 м/год і більше), та здатні очищати середовища, в тому числі агресивні, з температурами до 500 °С. Враховуючи, що магнітні фільтри швидко відновлюють свої фільтраційні властивості після регенерації, їх раціонально використовувати для очищення висококонцентрованих водних середовищ з метою зменшення або запобігання скиданню забруднених водних середовищ в природні водойми. Магнітні фільтри ефективно застосовуються, також для очищення рідких та газових середовищ в хімічній промисловості, атомній енергетиці та інших галузях.

Типовий магнітний фільтр представляє собою немагнітний циліндричний корпус з нержавіючої сталі, в якому розміщена феромагнітна фільтруюча загрузка. Навколо корпусу розміщена намагнічуюча система у вигляді електромагнітів з осердями, соленоїдів або постійних магнітів. Під дією зовнішньої намагнічуючої системи, між гранулами феромагнітної фільтруючої загрузки створюється високоградієнтне магнітне поле високої інтенсивності, де і відбувається, за рахунок силового захоплення частинок, осадження магнітних домішок. Після закінчення періоду фільтроциклу, тобто в моменту часу, в який

фільтруюча загрузка максимально накопичила забруднюючі домішки, відключають зовнішню намагнічуючу систему та інтенсивним потоком водоповітряної суміші змивають осаджені домішки в дренажний бак. Регенерація відбувається впродовж 5-7 хвилин. За необхідності, перед змивом домішок проводять розмагнічування гранул фільтруючої загрузки за допомогою відомих схем розмагнічування. У випадку використання кулькових гранул загрузки, наприклад, зі сталі ШХ-15 [4,5,6,9], залишкова намагніченість складає $B_z=0,03-0,06$ Тл. Після розмагнічування B_z наближається до нуля. Навіть за наявності певного значення залишкової намагніченості інтенсивна водоповітряна регенерація фільтра змиває осаджені домішки з ефективністю 90-95 %.

Постановка задачі

Відоме використання магнітних фільтрів-осаджувачів з намагнічуючою системою у вигляді електромагнітів з феромагнітними осерддями [1, 2, 3, 4, 5]. Наявність осердь-магнітопроводів у формі С або П, в яких існують згини під кутом 90° або іншим кутом, роз'єми, гвинтові з'єднання, призводить до значних втрат магнітного поля, що досягають в окремих випадках до 70 % [3, 4, 5].

Для визначення раціональних значень основних геометричних параметрів електромагнітних фільтрів з осерддями і встановлення науково-обґрунтованого співвідношення між діаметром корпусу (D), діаметром осердя електромагніта (d_c), відстанню між осерддями по висоті корпусу фільтра (L) були виконані дослідження з вивчення характеру розподілу магнітного поля в циліндричних корпусах різного діаметру (D), заповнених феромагнітною загрузкою, при різних значеннях напруженості магнітного поля.

Методика та результати дослідження

Дослідження, виконані на експериментальній установці, зображеній на рис.1.

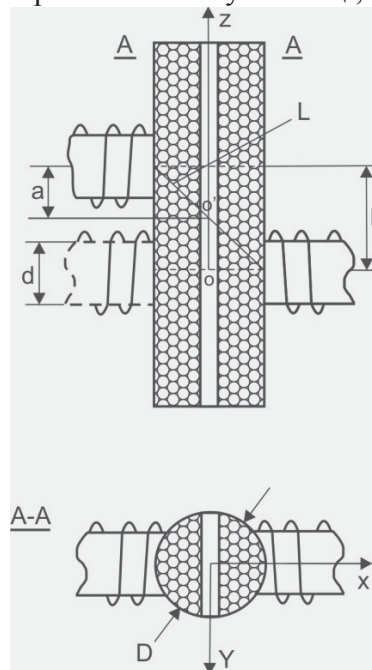


Рис. 1. Схема експериментальної установки з визначення характеру розподілу індукції магнітного поля в кульковій загрузці, розміщеній між полюсами торцевих електромагнітів.

Результати вимірювання індукції магнітного поля в щілинному проміжку феромагнітної загрузки вздовж осі Z циліндричних корпусів різного діаметру ($x=0$, $y=0$) наведені на рис.2 [5].

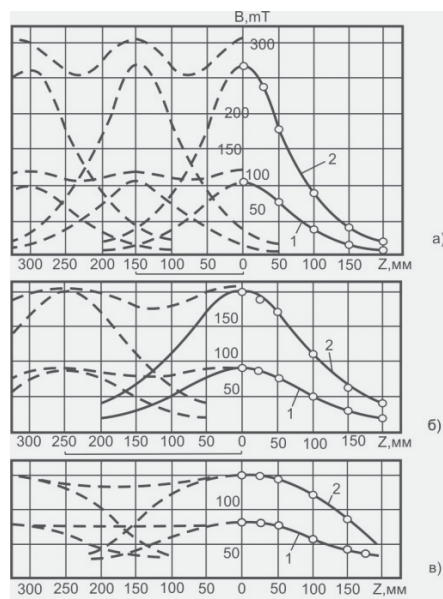


Рис. 2. Індукція магнітного поля в щілинному проміжку загрузки вздовж осі Z циліндричних корпусів різного діаметру (D) ($x=0, y=0$): а - D=120 мм; б – 160 мм; в – 240 мм.
1-H=40 кА/м; 2 – 160 кА/м.

Полюса осердь електромагнітів в цих дослідженнях торцевою поверхнею щільно прилягали до поверхні циліндричного корпусу (рис.1).

Використовуючи принцип суперпозиції магнітних полів і графічні залежності (рис.2), було встановлено відстані L між осердями суміжних електромагнітів при різних діаметрах D корпусів. Розрахунково встановлено діаметри осердь-електромагнітів d_c за різних значень напруженостей H полів і діаметрів корпусів, які наведені в табл.1.

Таблиця 1. Значення діаметрів осердь-електромагнітів d_c при різних значеннях D та L.

D, мм	120	140	160	180	220	240
L, мм	120	200	250	270	300	320
d_{c1} , мм (при H=120 кА/м)	80	85	86	88	89	90
d_{c2} , мм (при H=160 кА/м)	86	91	93	94	95	96

Використовуючи дані таблиці 1, розрахуємо та покажемо графічно (рис.3) залежність $L/d_c - D$.

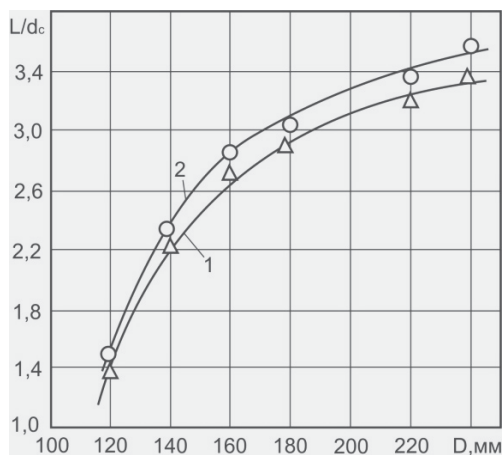


Рис.3. До вибору діаметра осердя-магнітопровода, міжосердної відстані, при різних значеннях діаметра корпусу: 1 – H=160 кА/м; 2 – 120 кА/м.

Видно, що величина L/d_c майже пропорційно зростає при збільшенні діаметра корпусу D до 140 мм. В подальшому при збільшенні $D > 140$ мм величина L/d_c зростає повільніше. Так при зміні D від 140 до 180, величина L/d_c збільшилась в 1,27, при зміні D від 180 до 220, L/d_c збільшилась в 1,13 рази.

Наведені розрахункові та графічні залежності показують характер зміни індукції поля у феромагнітній загрузці, намагніченій електромагнітами, торцева частина яких прилягає до циліндричного корпусу, причому полюси електромагнітів розташовані протилежно на одній лінії (рис.1, $L=0$). Водночас в літературі не виявлено результатів вимірювань індукції поля в загрузці, намагніченій електромагнітами, які зміщені один відносно іншого по висоті корпусу фільтра ($L \neq 0$).

За відсутності вказаних даних виконано досліди з вимірювання індукції магнітного поля у феромагнітній загрузці, розміщеній в циліндричному корпусі, до якого з протилежних сторін по діаметру розміщували електромагніти, полюси яких щільно прилягали до поверхні корпусу, причому протилежно розміщені електромагніти зміщували один відносно іншого (рис.1).

Величину зміщення L змінювали від 76 до 368 мм. По діаметральному перерізу вздовж осі Z (рис.1) створювали щілинний проміжок для вимірювання індукції магнітного поля. Кількість ампер-витків встановлювали $I \cdot W = 3,84 \cdot 10^4$ А·в. Результати вимірювань наведені на рис.4. При зміщенні полюсів електромагнітів на величину $L=76$ мм індукція магнітного поля вздовж осі Z від max до min значення зменшується в 3,9 рази при зміні $z=0-200$ мм (крива 4). Вимірювання індукції B при зміщенні на $L=368$ мм (рис.4, крива 1) показує, що B зростає до $Z=100$ мм, в подальшому, при $Z > 100$ мм B зменшується до 40 мТ, при $Z=160$ мм зміна B вздовж Z має параболоподібний характер. Для кривої 2, при $L=272$ мм спостерігається повільне зростання індукції поля B в напрямку Z до величини $Z=160$ мм, в подальшому при $Z > 160$ мм B зменшується до величини 34 мТ ($Z=280$ мм).

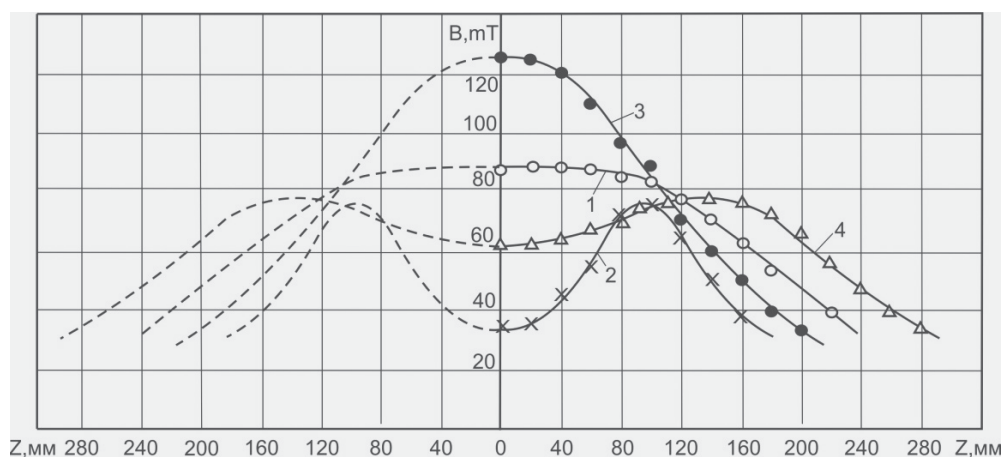


Рис.4. Індукція магнітного поля в щілинному проміжку вздовж осі Z циліндричного корпусу, $D=220$ мм з феромагнітною загрузкою при різних змещеннях (L) протилежних магнітних полюсів електромагнітів ($x=0, y=0$): 1 – $L=368$ мм; 2 – 272 мм; 3 – 162 мм; 4 – 76 мм.

Зміщення електромагнітів на $L=162$ мм показує (крива 3), що в загрузці вздовж Z існують зони, в яких індукція поля практично не змінюється. Так зміна Z від 0 до 100 мм практично не призводить до зміни індукції поля. Така ж зона існує і вниз від т.0 вздовж осі Z . Характер розподілу індукції поля при $L=162$ мм такий, що вздовж осі Z для такого розподілу раціонально використати принцип суперпозиції магнітних полів. Прості розрахунки показують, що наступний суміжний електромагніт з правої сторони корпусу (рис.1) раціонально розмістити на відстані 440-450 мм. Таке розміщення дозволить створити вздовж осі Z зони однакової намагніченості. Технічно це реалізується таким чином: вздовж висоти корпусу фільтра з загрузкою в шахматному порядку розміщуються електромагніти зі

зміщенням між суміжними електромагнітами $L=440-450$ мм. В залежності від необхідної довжини фільтруючої загрузки електромагнітів може бути декілька.

У вищенаведених дослідах полюса електромагнітів торцевою поверхнею прилягали до корпусів фільтра. Площа поверхні осердя електромагніта, що прилягає до корпуса обмежена діаметром осердя. В разі збільшення площі поверхні осердя виникає необхідність збільшення діаметру осердя, а це призводить до збільшення діаметра котушки і маси електромагніта, відповідно, і фільтра вцілому. Запропоновано полюса електромагнітів виготовляти із заглибленнями, що боковою поверхнею прилягають до корпусів [6, 7, 8, 9]. В цьому випадку площа поверхні електромагнітів, що прилягає до корпусів, збільшується. Такі електромагніти отримали назву тангенціальних [6, 7, 8, 9].

Експериментальна установка для досліджень характеру розподілу індукції магнітного поля у феромагнітній загрузці циліндричного корпуса, розміщеного між тангенціальними електромагнітами, наведена на рис.5.

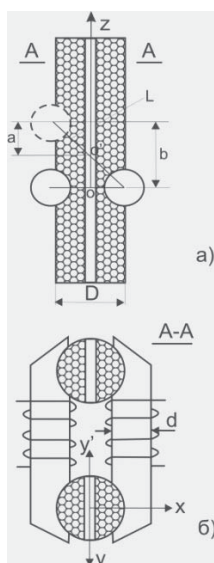


Рис.5. Схема експериментальної установки для визначення характеру розподілу індукції магнітного поля у кульковій феромагнітній загрузці, розміщеній між полюсами тангенціальних електромагнітів.

Вимірювання індукції поля виконували при $L=0$, що відповідало розміщенню електромагнітів один навпроти одного по різні сторони циліндричного корпуса (рис.5). По осі корпуса вздовж осі Z створювали щілинний проміжок для розміщення давача Холла. Слід зазначити, що за відсутності щілинного проміжку індукція магнітного поля буде мати дещо інше значення, проте характер розподілу індукції магнітного поля по об'єму фільтруючої загрузки не зміниться. Результати вимірювання індукції вздовж осі Z наведені на рис.6.

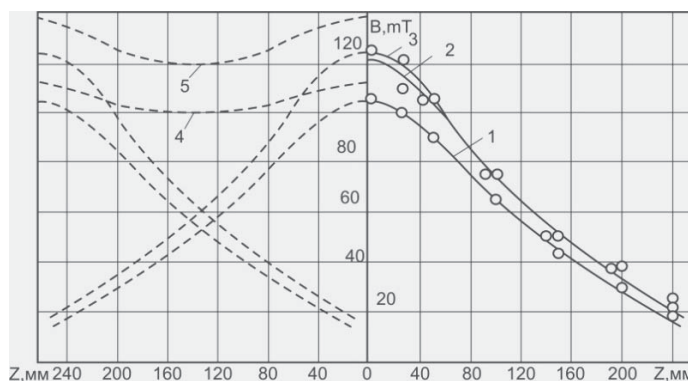


Рис.6. Розподіл індукції магнітного поля в щілинному проміжку феромагнітної загрузки вздовж осі Z корпусу $D=220$ мм ($X=0$, $Y=0$, $L=0$): 1 – $H=44$ кА/м; 2 – 130 кА/м; 3 – 175 кА/м.

Видно, що при $Z=0$ індукція поля B має \max значення. При зміні $Z=0-240$ мм як вгору, так і вниз індукція зменшується в 5-6 разів. З графічних залежностей (криві 1 і 3) видно, що наступну пару тангенціальних електромагнітів по висоті корпусу з загрузкою раціонально розміщувати на відстані 260-270 мм по відношенню до першої пари електромагнітів.

При такому розміщенні електромагнітів результуюча індукція магнітного поля (внаслідок суперпозиції) вздовж осі Z буде змінюватись по кривій 4 (при $H=44$ кА/м) та по кривій 5 (при $H=175$ кА/м) (рис.6). Зміна індукції поля вздовж осі X за різних значень напруженості магнітного поля графічно показана на рис.7. Видно, що від центра (0) корпусу в напрямку X , до полюса електромагніта індукція поля інтенсивно збільшується. Незалежно від зміни напруженості магнітного поля у вказаному діапазоні індукція в напрямку осі X збільшується в 1,7-1,8 рази (рис.7).

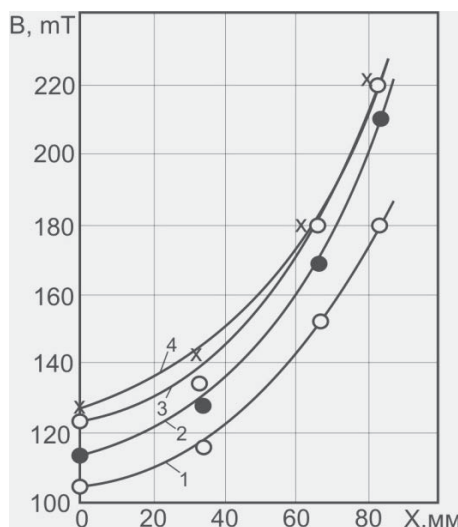


Рис.7. Індукція магнітного поля в щілинному проміжку загрузки вздовж осі X корпусу $D=220$ мм ($Y=0$; $Z=0$): 1 – $H=44$ кА/м; 2 – 87 кА/м; 3 – 130 кА/м; 4 – 175 кА/м.

Інший характер зміни індукції поля спостерігається вздовж осі Y . Результати вимірювань індукції в напрямку осі Y наведені на рис.8.

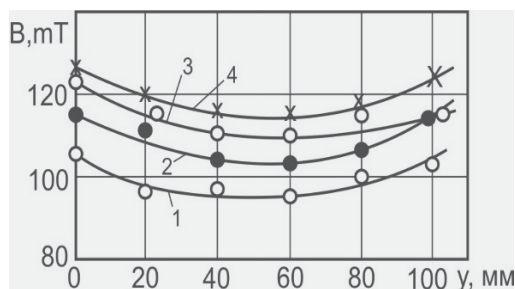


Рис.8. Індукція магнітного поля в щілинному проміжку загрузки вздовж осі Y корпусу $D=220$ мм ($X=0$; $Z=0$): 1 – $H=44$ кА/м; 2 – 87 кА/м; 3 – 130 кА/м; 4 – 175 кА/м.

Індукція від центра (0) корпусу повільно зменшується в напрямку до $Y=40-60$ мм, в подальшому при $Y>60$ мм збільшується. Зміна індукції в напрямку Y носить параболічний характер. Різниця між \max і \min значенням індукції вздовж Y складає 10-11%. Разом з тим, згідно з вимірювань індукції вздовж Y , при використанні електромагнітів, що торцевою поверхнею прилягають до корпусу, різниця між \max і \min значенням індукції складає 70-75%.

Вимірювання індукції B вздовж Y' (рис.5,б) показали, що величина B збільшена на 15-20% в порівнянні з B вздовж Y . В той же час характер зміни B однаковий як вздовж Y , так і вздовж Y' . Збільшення B в напрямку Y' пояснюється тим, що більша на 15-20% частина

магнітного потоку проходить через об'єми феромагнітної загрузки, які розташовані ближче до джерела магнітного поля (катушки) і, відповідно, мають менший магнітний опір.

На рис. 9 наведені результати вимірювань індукції магнітного поля у феромагнітній загрузці, розміщеній в циліндричному корпусі, розташованому між тангенціальними електромагнітами, які по висоті корпусу зміщені на різні значення L (рис.5,а). Величину $I \cdot W$ встановлювали $3,84 \cdot 10^4$ А·в.

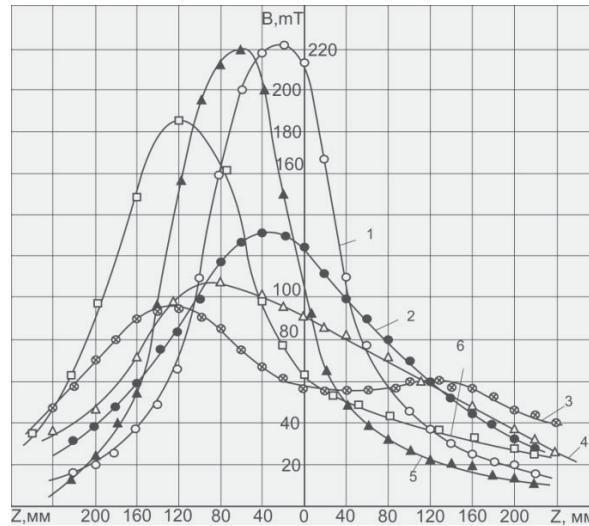


Рис.9. Індукція магнітного поля в щілинному проміжку загрузки вздовж осі Z корпусу, $D=220$ мм: 1 – $a=35$ мм, $x=79$ мм; 2 – $a=35$ мм, $x=27$ мм; 3 – $a=136$ мм, $x=25$ мм; 4 – $a=82$ мм, $x=25$ мм; 5 – $a=81$ мм, $x=79$ мм; 6 – $a=136$ мм, $x=72$ мм.

Вимірювання індукції B виконували також в площинах паралельних $Y-Y'$ (рис.5,б) за різних значень X . Враховуючи, що характер зміни індукції B в напрямках $+Z$ і $-Z$ буде різний, вимірювання виконували в напрямку Z вгору від 0 і вниз від 0 (рис.5,а).

З графічних залежностей (рис. 9) видно, що \max значення B , зміщене від 0 в напрямку X до полюса електромагніта. По відношенню до центра 0, що лежить на перетині вертикальної осі циліндричного корпусу та лінії, яка з'єднує центри протилежно розміщених електромагнітів, максимальні значення B зміщені вліво від центра 0. Порівнюючи криві на рис. 9, можна зробити висновок, що активним параметром, що впливає на значення величини індукції B в таких вимірюваннях є координата площини X , в якій виконувались вимірювання. Порівнюючи криві 1 і 5 видно, що за різних зміщень b , відповідно 70 і 162 мм, але при однакових X , рівних 79 мм, характер зміни індукції практично однаковий і максимальні значення B кривих 1 і 5 складають ~ 220 мТ. Відмінність лише в тому, що координати $\max B$ зміщені одна від одної на 40 мм в напрямку Z (рис. 9). Криві 3 і 6 мають однакове зміщення $b=272$, але різні значення X , відповідно 25 і 72 мм. При $X=25$ мм вздовж Z величина B_{\max} складає 94 мТ (крива 3). При $X=72$, величина B_{\max} складає 186 мТ (крива 6).

Аналіз результатів дослідження

Порівнюючи результати вимірювання індукції магнітного поля у феромагнітній загрузці з використанням електромагнітів, які прилягають торцевою поверхнею до циліндричного корпусу (рис. 3), і тангенціальних електромагнітів (рис. 5), які боковою поверхнею прилягають до корпусу, можна зробити висновок, що при використанні тангенціальних електромагнітів феромагнітна загрузка намагнічена більш рівномірно, а зони загрузки (рис. 5, зона А), в яких намагніченість має низьке значення, зведені до мінімуму.

Необхідно зазначити, що при використанні корпусів з більшим діаметром зона загрузки з низькою намагніченістю збільшується. Для вирівнювання намагніченості по об'єму загрузки і збільшення індукції поля запропоноване нове технічне рішення – розміщення тангенціальних електромагнітів по відношенню до корпусу з загрузкою у взаємно перпендикулярних площинах. Схема магнітного фільтра з новим розміщенням

тангенціальних електромагнітів наведена на рис. 10 (а, б, в) [10]. Таке розміщення електромагнітів дозволяє збільшити намагніченість феромагнітної фільтруючої загрузки на 15-25 %, в залежності від співвідношення d_c і D , відповідно, ефективність очищення водних середовищ також збільшиться, як мінімум, на таку ж величину.

На основі досліджень запропоновано магнітний фільтр, що складається з чотирьох циліндричних корпусів 1, заповнених феромагнітною загрузкою 2 (рис. 10).

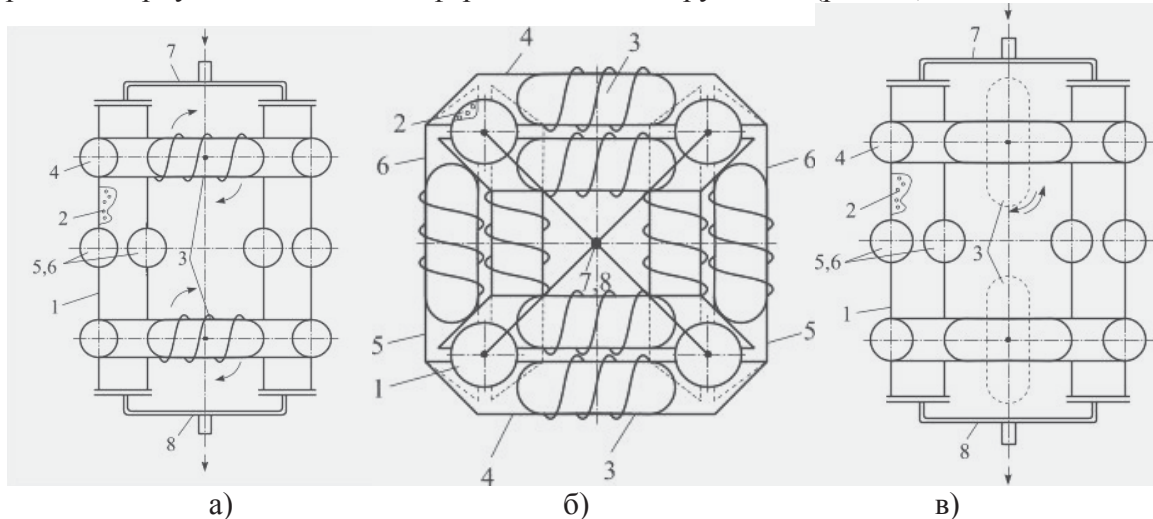


Рис.10. Магнітний фільтр з тангенціальним розміщенням електромагнітів: 1 -

циліндричний корпус; 2 – феромагнітна загрузка; 3 – блоки постійних магнітів, встановлені з можливістю обертання; 4,5,6 – електромагніти; 7,8 – вихідний і вхідний трубопроводи.

Нижня пара тангенціальних протилежно розміщених електромагнітів 4 по висоті циліндричного корпусу розміщена в одній площині, інша пара суміжних по висоті корпусу електромагнітів 5, 6 розміщена в перпендикулярній площині по відношенню до нижньої пари електромагнітів. В залежності від висоти корпусу фільтра, яка визначається необхідною довжиною фільтруючої загрузки, може бути декілька пар електромагнітів. Так, наприклад, для очищення технологічної води ТЕЦ, об'ємом $Q=50 \text{ м}^3/\text{год}$, за швидкості фільтрування $V=300 \text{ м}/\text{год}$, необхідно чотири циліндричних корпуси діаметром $D=0,2 \text{ м}$ кожний. За напруженості поля $H=120 \text{ кА}/\text{м}$, діаметр осердя електромагніта складає 89 мм , міжосердна відстань b (рис.5) складає 270 мм .

Запропоноване нове технічне рішення дозволяє створювати по висоті корпусу у феромагнітній загрузці однакові умови для ефективного осадження магнітних домішок. При русі водного середовища магнітні домішки проходять зони фільтруючої загрузки, намагніченої нижніми електромагнітами 4 (рис. 10, а, б). Між полюсами цих електромагнітів індукція магнітного поля в загрузці змінюється вздовж X і Y так, як зображено на рис.7; 8. При проходженні водного середовища через зони загрузки, які намагнічені електромагнітами 5,6, що розміщені у перпендикулярній площині, характер зміни індукції магнітного поля в загрузці повернутий на 90° по відношенню до попередніх намагнічених зон загрузки. Водне середовище, що очищується, по висоті фільтруючої загрузки послідовно проходить зони високої індукції магнітного поля, що сприяє ефективнішому очищенню від магнітних домішок.

Намагнічуюча система фільтра може бути виготовлена у вигляді блоків постійних магнітів (рис.10 в) таким чином, що полюси магнітної системи будуть жорстко прикріплені до корпусів фільтра, а блоки постійних магнітів будуть встановлені з можливістю обертання на 90° , розриваючи тим самим замкнений магнітний контур. Це необхідно для поліпшення процесу регенерації. Для зменшення залишкової намагніченості феромагнітної загрузки намагнічуюча система у вигляді електромагнітів виготовляється з рухомою середньою частиною, розміщеною між полюсами. Полюса намагнічуючої системи для підвищення рівня намагніченості загрузки рекомендується виготовляти з низьковуглецевого заліза, яке

пройшло режим відпалювання. В залежності від об'єму водного середовища, що очищується, може бути декілька блоків корпусів (один блок – 4 корпуса).

Висновки

Дослідженнями встановлено характер розподілу індукції магнітного поля в загрузці, розміщеній між полюсами торцевих і тангенціальних електромагнітів. На основі досліджень встановлено взаємозв'язки між такими параметрами як діаметр корпусу фільтра D , діаметр осердя електромагніта d_c та відстань між осердями електромагнітів L , при яких зменшуються зони ферромагнітної загрузки з низьким значенням індукції поля та забезпечується рівномірність намагнічування загрузки. Наведена схема нової конструкції електромагнітного фільтра з тангенціальними електромагнітами.

МАГНИТНЫЕ ФИЛЬТРЫ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТАМИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД ОТ МАГНИТНЫХ ПРИМЕСЕЙ

В.И. Гаращенко¹, И.М. Астрелин², А.В. Гаращенко¹

¹Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

²Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт"

e-mail: vigarashchenko@yandex.ru

Статья посвящена актуальному вопросу совершенствования магнитных фильтров с ферромагнитными фильтрующими загрузками для очистки технологических водных сред от ферромагнитных примесей. В статье приведены результаты исследований характера распределения индукции магнитного поля в фильтрующей загрузке, размещенной в цилиндрических корпусах между полюсами торцевых и тангенциальных электромагнитов. На основе исследований установлены взаимосвязи между такими параметрами, как диаметр корпуса фильтра, диаметр сердечника электромагнита и расстояние между сердечниками электромагнитов по высоте корпуса фильтра, при которых уменьшаются зоны ферромагнитной загрузке с низким значением индукции поля, и обеспечивается равномерность намагничивания загрузке. Приведена схема новой конструкции магнитного фильтра с тангенциальными электромагнитами, которые размещены по высоте корпусов таким образом, что образуют замкнутый магнитный контур. Предложенное техническое решение позволяет создавать по высоте корпуса в ферромагнитной загрузке одинаковые условия для эффективного осаждения магнитных примесей. Результаты экспериментальных исследований позволили определить конструктивные параметры магнитных фильтров с торцевыми и тангенциальными ферромагнитными сердечниками электромагнитов. Рекомендуемые соотношения между конструктивными параметрами позволяют увеличить уровень намагниченности загрузке по объему фильтра на 10-15 % и, соответственно, эффективность процесса очистки водных сред.

Ключевые слова: магнитный фильтр, магнитная очистка, ферромагнитная загрузка.

MAGNETIC FILTERS WITH TANGENTIAL ELECTROMAGNETS FOR WATER PURIFICATION FROM MAGNETIC POLLUTIONS

V.I. Garashchenko¹, I.M. Astrelin², O.V. Garashchenko¹

¹National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne

²National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

e-mail: vigarashchenko@yandex.ru

The article is devoted to the topical issue of improving magnetic filters with ferromagnetic filtering nozzles for the purification of technological water environments from ferromagnetic

impurities. The article presents the results of research nature of the distribution of the magnetic field in the filtering nozzles placed in a cylindrical body between the poles of end and tangential electromagnets. Based on the studies found the relationship between parameters such as the diameter of the filter housing, electromagnet cores diameter and the distance between the cores of electromagnets, in which the ferromagnetic nozzle zones with low induction field are reduced and ensured uniformity of nozzle magnetization. The scheme of new construction of magnetic filters with tangential electromagnets which is placed on height that forming a closed magnetic circuit was shown. The proposed technical solution allows you to create the same conditions for effective deposition of magnetic impurities in the filtering nozzle. The results of experimental studies allowed to determine the constructive parameters of magnetic filters with end and tangential ferromagnetic cores of electromagnets. Featured relationship between design parameters can increase the level of nozzle magnetization in the filter volume by 10-15% and therefore the effectiveness of the water environments purification.

Keywords: magnetic filter, magnetic purification, ferromagnetic nozzle.

Список літератури

1. А.С. 383468 СССР, МКИ В 03 С 1/12. Электромагнитный фильтр-сепаратор / К.А. Блинов, М.Я. Полянский, В.С. Кириченко (СССР). - № 1649423/24-6; заявл. 16.04.71; опубл. 23.05.73, Бюл. № 24.
2. А.С. 597420 СССР, М.кл. В03С 1/12. Аппарат для электромагнитной очистки жидкости / Н.П. Лапотышкина, С.И. Либсон, П.В. Лотоцкий [и др.] (СССР). - № 2155862/22-03; заявл. 11.07.75; опубл. 15.03.78, Бюл. № 10.
3. А.С. 472669 СССР, М.кл. В 03 С 1/12. Электромагнитный фильтр / К.А. Блинов, М.Я. Полянский, В.С. Кириченко [и др.] (СССР). - № 1985344/23-26; заявл. 15.08.73; опубл. 05.06.75, Бюл. № 21.
4. Сандуляк А.В. Магнитное обезжелезивание конденсата / А.В. Сандуляк, И.М. Федоткин. - Энергоатомиздат, 1983. – 87с.
5. Сандуляк А.В. Электромагнитные фильтры-осадители / А.В. Сандуляк, В.И. Гаращенко. – Львов : Вища школа, 1982. – 72с.
6. А.С. №1044310 А (СССР) МПК В01D 35/06. Электромагнитный фильтр-осадитель / В.И.Гаращенко, А.В.Сандуляк, И.Е.Вовк (СССР). - №3428724/23-26; заявл.26.04.82. опубл.30.09.83. Бюл.№36.
7. А.С. 1088795 СССР, МПК В03 С 1/00. Сепаратор для магнитного разделения жидких сред / В.И. Гаращенко, А.В.Сандуляк, И.В.Волков (СССР). - № 3442701/22-03; заявл. 27.05.82; опубл. 30.04.84, Бюл. № 16.
8. А.С. 1162492 СССР, МПК В03 С 1/30. Электромагнитный сепаратор / В.И. Гаращенко, А.В.Сандуляк, В.В.Сандуляк (СССР). - № 3345487/22-03; заявл. 06.10.81; опубл. 23.06.85, Бюл. № 23.
9. Гаращенко В.І. Дослідження процесу магнітної очистки рідких і сипучих середовищ. /Гаращенко В.І., Древецький В.В., Лук'яничук О.П., Данченков Я.В., Гаращенко О.В.// Звіт про виконання НДР №0209U001647. Київ. УкрІНТЕІ. – 2008. - 80с.
10. Патент України на винахід №104938 МПК В01D 35/06. Магнітний фільтр-осаджувач /Гаращенко В.І., Гаращенко О.В.// Бюл.№6, 25.03.2014р.