

КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

ДАХНЕНКО Валерій Леонідович

УДК.66.067.1:538

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА МАГНІТНИХ ТА СЕГНЕ-
ТОЕЛЕКТРИЧНИХ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ РІДКИХ
СЕРЕДОВИЩ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 05.17.08 - Процеси та апарати хімічної технології

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

КИЇВ-1993.

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в лабораторії електромагнітних методів очищення Українського інституту інженерів водного господарства

Науковий керівник - кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

ЯЦКОВ Микола Васильович.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор
СТАЮХА Г.О.,
2. Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
СЕРГЕЄВ Г.І.

Провідна організація - виробниче об'єднання "Азот", м. Рівне.

Захист відбудеться " 10 " січня 1994 р. в час. хвил. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д068.14.06 в Київському політехнічному інституті за адресою: 252056, м.Київ - 56, проспект Перемоги, 37.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці інституту.

Автореферат разісланий " " 1993 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

КРУГЛИЦЬКА В.Я.

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00802890 (R)

АНОТАЦІЯ

В роботі викладаєні результати досліджень геометричної компоновки вузла очищення магнітних фільтрів, що дозволяє визначати параметри геометрії їх робочих зон. Подані рекомендації для проектування магнітних фільтрів бокового намагнічування.

Приведено основне рівняння магнітофільтраційного очищення, в якому параметром, який відображає вклад поля в ефективність фільтрування, використовується середня індукція магнітного поля насадки.

Досліджено процес вилучення дисперсних частинок із суспензії за допомогою поляризованої гранульованої сегнетоелектричної насадки. Отримано рівняння, яке описує вплив основних технологічних параметрів фільтрування: довжини насадки, середньої індукції електричного поля, швидкості фільтрування на ефективність електрофільтраційного очищення.

Розроблена нова конструкція електромагнітного фільтра бронєвого типу великої продуктивності. Наведені графічні та аналітичні залежності для розрахунку та проектування пристроїв цього типу.

Використання результатів досліджень дозволило розробити магнітні пристрої для очищення рідкого аміаку від залізоїстких домішок і запровадити на Рівненському виробничому об'єднанні "Азот" та Одеському припортовому заводі.

Результати використані також при реалізації ліцензійної угоди із фірмою "Флонік Шлєсмерже" (Франція), а також при створенні і впровадженні нового електромагнітного фільтра великої продуктивності призначеного для очищення конденсату Саранської ТЕП.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Для ряду технологічних-процесів хімічної промисловості одним із шкідливих елементів є залізоїсткі дисперсні домішкови включення. Їх наявність в рідких та газових реагентах негативно впливає на роботу обладнання, знижуючи його техніко-економічні показники і якість продукції.

Наприклад, присутність залізоїстких домішок в аміаку, який надходить на виробництво неконцентрованої азотної кислоти (НАК), приводить до утворення осаду на платинових каталізаторах контактних апаратів, вміст заліза в якому досягає 50% від загального складу осаду. В результаті інтенсифікується процес отруєння каталізатора, знижується

його каталітична активність, скорочується міжрегенераційний період їх роботи, та якість мінеральних добрив, на виробництво яких поступає аміак. Тому очищення аміаку від залізомістких включень має важливе техніко-економічне значення.

Наявність самих домішок для багатьох середовищ є неминучим фактором. Для аміаку - це наслідок зношення магнетитових каталізаторів. Концентрація домішок 0,1-1,0 мг/кг (в періоді пуску - до 5-6 мг/кг і вище).

Традиційними методами очищення від домішок є механічні фільтри із тканинними або фторопластовими пористими перегородками. Використовуються магнітні очисувальні пристрої, в яких сорбентом домішок є постійні магніти. Фільтри обох типів придатні для вилучення частинок 50-100 мкм і вище. Для тонкого очищення (від частинок, розміри яких 10 мкм і менше,) виявилось перспективним використання швидкісного магнітофільтраційного методу із застосуванням намагнічуваних гранульованих феромагнітних насадок, що є їх основним робочим органом.

Намагнічені гранули феромагнетика, знаходяться в потоці очищуваного середовища, формують в поровому просторі неоднорідне магнітне поле. Це дозволяє захоплювати домішкові частинки і накопичувати в зонах максимума магнітного поля (області контакту гранул). Осадження частинок в намагнічених насадках описується рівнянням експоненціального виду, яке зображає захоплення домішок сорбційною насадкою, відповідно роботі поглинаючого екрану. Однак напруженість зовнішнього магнітного поля, в якому знаходиться насадка і яка є одним із основних параметрів магнітного очищення, не може бути визнана за об'єктивний параметр, який однозначно характеризує вплив магнітного поля на процес вилучення частинок. Він не враховує впливу розмагнічуючого фактору самої насадки, який визначається компоновкою сорбційної зони фільтру (насадки) та її взаємодією з системою намагнічування. Саме наявністю цієї проблеми в значній мірі зумовлені труднощі в прогнозуванні та розрахунку створюваних пристроїв очищення.

Крім магнітосприйнятливих домішок в промислових середовищах присутні частинки, які не мають таких властивостей. Для їх вилучення (доочищення після магнітного фільтру) запропоновано використати електричний аналог феромагнетиків - сегнетоелектричні матеріали. Інформація про дослідження саме в цьому напрямку відсутня.

В розробці магнітних фільтрів до останнього часу не приділялось необхідної уваги геометричним співвідношенням сорбційної насадки (вз'ята очищення) і її взаємозв'язку із системою намагнічування. Не враховувався вплив розмагнічуючого фактору насадки (квасисуцільного феромагнети-

ка) на ефективність частинок. "Саморозмагнічуванням" насадки пояснюється існуюча межа продуктивності магнітних фільтрів.

Мета роботи: дослідити вплив геометрії вузла очищення і параметрів магнітного поля на ефективність магнітосорбційного очищення в пористих насадках; дослідити основні закономірності осадження дисперсних частинок в поляризованій сегнетоелектричній насадці; дослідити конструкції сорбційних зон магнітних фільтрів соленоїдного типу і розробити пристрій для фільтрування великих об'ємів рідких середовищ; розробити і впровадити нові конструкції магнітних фільтрів.

Методи дослідження. Концентрація залізомістких домішок в аміаку визначалась сульфосаліцилатним методом, в водних суспензіях - роданідовим методом з використанням фотоколориметра КФК-2-УХЛ-42. Визначення ефективності магнітного осадження здійснювалось вимірюванням локальних значень концентрації до і після фільтрування. Магнітна сприйнятливість осаду визначалась пондеромоторним методом. Магнітний потік вимірювався імпульсно-індуктивним методом з використанням мілівеберметрів М109, Ф5050. Індукція вимірювалась датчиком Хола тесламетра моделі 43205. Дисперсність частинок оцінювалась з використанням електронного мікроскопа УЕВМ-100К. Дослідження сегнетоелектричної насадки здійснювалось по методиці Сойсра-Тауера з застосуванням осцилографа С1-77. Підготовка експериментів та обробка отриманих результатів проводилась на ЕОМ з використанням сучасного програмного математичного забезпечення.

Наукова новизна роботи. Отримані залежності, які визначають геометрію вузла очищення магнітних фільтрів бокового намагнічування.

Отримано рівняння, в якому середня індукція насадки описує вклад поля в ефективність магнітофільтраційного очищення.

Доведена можливість вилучення дисперсних частинок із суспензій поляризованого гранульованою сегнетоелектричною насадкою та сдержана залежність ефективності очищення від параметрів фільтрування: довжини насадки, середньої індукції електричного поля, швидкості фільтрування.

Розроблена нова конструкція електромагнітного фільтру броньового типу, призначеного для очищення великих об'ємів рідин, одержані залежності для розрахунку і проектування пристроїв такого типу.

Практичне значення. Одержане рівняння магнітофільтраційного очищення і результати досліджень геометрії вузла очищення дозволили розробити і впровадити фільтр з боковим намагнічуванням, призначений для очищення рідкого аміаку Рівненського виробничого об'єднання "Азот", очищення аміаку, який транспортується по аміакопроводу Тольятті-Одеса,

а також використані при реалізації ліцензійної угоди із французькою фірмою "Флонік Шлємберже".

Результати досліджень параметрів фільтра броньового типу використані при проектуванні магнітного фільтра, призначеного для очищення конденсату Саранської ТЕЦ.

Реалізація роботи. Результати досліджень стали складовою частиною комплексу заходів по розробці пристрою для очищення рідкого аміаку від залізомістких домішок і впровадженні його на Рівненському виробничому об'єднанні "Азот", використані при реалізації ліцензійної угоди із фірмою "Флонік Шлємберже" і створенні пристрою, призначених для очищення аміаку, який транспортується по аміакопроводу.

Результати досліджень фільтра броньового типу використані при проектуванні фільтра великої продуктивності для очищення конденсату.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи і окремі її розділи були представлені, доповідались і обговорювались на :

- Всесоюзних науково-технічних конференціях;
- Республіканській науково-технічній конференції;
- Всесвітній виставці "Болгарія-85" (золота медаль);
- виставці ВАК СРСР "Кадри вищої кваліфікації і науково-технічний прогрес", 1987 р. (бронзова медаль).

Публікації. По результатах досліджень, викладених в дисертації, опубліковано 21 друкована робота, в їх числі 4 авторських свідоцтва на винаходи і 4 позитивних рішення на видачу авторських свідоцтв.

ЗМІСТ РОБОТИ

Приведена інформація з літературних джерел, яка стосується загальних закономірностей, основного рівняння магнітосорбційного очищення; обґрунтована можливість розробки електрофільтраційного осадження дисперсних частинок в поляризованих сегнетоелектричних насадках; проведено огляд конструкцій магнітоочистних пристроїв, призначених для вилучення з рідких середовищ залізомістких домішок.

Відзначається перспективність використання магнітофільтраційного методу для тонкого очищення від залізомістких домішок шляхом фільтрування рідини крізь намагнічені гранульовані насадки. Робота таких пристроїв ґрунтується на принципі силової магнітної взаємодії гранул насадки і частинок. Феромагнітною насадкою в поровому просторі фокусується високонеоднорідне силове магнітне поле, яке значно перевищує поле, що генерується зовнішньою намагнічуючою системою.

Осадження феромагнітних частинок в намагніченій гранульованій насадці є процесом конкурентної взаємодії магнітної сили захоплення части-

нок F_{μ} і гідродинамічної сили F_c і тому для осадження домішок повинна виконуватись умова:

$$F_{\mu} \geq F_c \quad (1)$$

Рівняння магнітофільтраційного очищення, в основі якого лежить використання закону експоненціального поглинаючого екрану, має вигляд:

$$\psi = \lambda(1 - \exp(-\alpha L)), \quad (2)$$

де ψ - ефективність очищення, яка експериментально визначається по відношенню зміни ($\psi = (C_0 - C)/C_0$) вмісту (концентрації) домішок перед (C_0) і після (C) очищення, λ - доля магнітосприйнятливої фракції домішок.

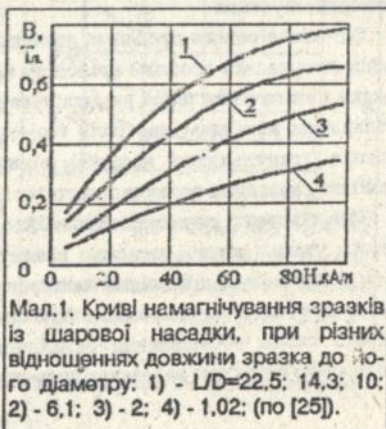
Досліджуючи умови магнітного осадження з використанням залежностей розподілу поля в поровому просторі насадки і швидкості протікання рідини в межах контакту гранул, приймаючи до уваги ймовірнісні параметри захоплення частинок, а також враховуючи роль упаковки гранул γ , з точністю до узагальненого коефіцієнту пропорційності a_0 рівняння (2) приймає вигляд:

$$\psi = \lambda(1 - \exp(-\frac{a_0 \delta^2 \gamma N^{0,75}}{\eta v d^2} L)); \quad \xi = \frac{a_0 \delta^2 \gamma N^{0,75}}{\eta v d^2} L, \quad (3)$$

тут $\xi = \ln(1/\psi/\lambda)$ - логарифмічний показник очищення, κ , δ - відповідно магнітна сприйнятливості та розмір частинок (приведений до діаметру), N - напруженість зовнішнього намагнічуючого поля; η, v - динамічна в'язкість і швидкість фільтрування речовини; d - діаметр (характерний розмір) гранул насадки.

Рівняння (3) показує вплив на ефективність очищення основних параметрів фільтрування, але необхідно відзначити, що напруженість зовнішнього намагнічуючого поля N не може відобразити дійсного впливу магнітного поля на процес осадження, оскільки цей параметр характеризує значення поля у відсутності феромагнітної насадки, не враховує безпосередньо її рівня намагнічування.

На мал.1 приведені залежності по намагнічування зразків шаро-



Мал.1. Криві намагнічування зразків із шарової насадки, при різних відношеннях довжини зразка до його діаметру: 1) - $L/D=22.5$; 14,3; 10; 2) - 6,1; 3) - 2; 4) - 1,02; (по [25]).

вої насадки для різних співвідношень довжини зразка L до його діаметру D (L/D), звідки наочно спостерігається, що середня індукція зразка насадки B (квазісуцільного магнетика) при $L/D=1$ сягає тільки 50% рівня індукції насадки для $L/D=10$, хоча напруженість зовнішнього намагнічуючого поля H однакова. Причина - вплив фактору розмагнічування, який залежить від геометричних співвідношень насадки, що не враховується параметром N , відповідно і рівнянням (3). Ця обставина не приймалась до уваги при розробці фільтрів.

Більш об'єктивно рівень намагнічування робочої зони фільтра і вплив поля на ефективність осадження відображає середня індукція насадки B . Тому є необхідність аналізу взаємозв'язку геометричних співвідношень вузла очищення і середньої індукції, а також пропорційність її впливу на процес вилучення частинок з рідин.

Відзначаючи особливості магнітосорбційного методу очищення робиться висновок про можливість розробки його електричного аналогу.

В ролі сорбційної насадки пропонується використовувати сегнетокераміку, матеріал, який характеризується нелінійною залежністю індукції від напруженості поля ($D-E$), високим значенням діелектричної проникливості (ϵ), яка в сотні і тисячі раз перевищує звичайні діелектрики.

Існуючі конструкції пристроїв магнітофільтраційного очищення можна поділити на апарати бокового намагнічування (з півводом поля додатковими магнітопроводами через бокову поверхню корпусу) і апарати соленоїдного типу, в яких насадка, що знаходиться в корпусі, охоплена катушкою соленоїда. Вузлом очищення пристроїв обох типів є фільтруюча насадка.

Досвід експлуатації фільтрів показує, що значна частина енергії не використовується.

Оцінюючи раніше проведені дослідження фільтрів слід відзначити, що вони стосувалися проблем розподілу потоку магнітного поля в об'ємі насадки і визначення рівня намагнічування її різних зон. Але залишається відкритим питанням про роль геометричних співвідношень вузла очищення (гранульованої насадки), вплив зазорів, які виникають в зонах контакту насадки з полюсами системи намагнічування.

При створенні нових пристроїв цим питанням не приділялось достатньої уваги, хоча насадка виконує функції сорбційної зони і магнітопроводу, а традиційне нехтування їх взаємозалежністю означає, що не враховувався вплив розмагнічуючого фактора насадки (N), негативний вплив яко-го обумовлений саме геометричними співвідношеннями - відносною близькістю наведених полюсів в магнетик-насадці.

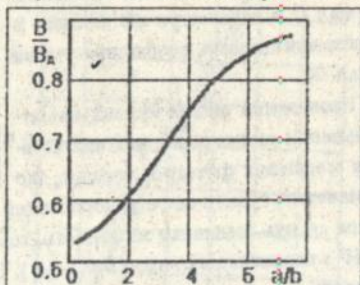
Для фільтра з боковим намагнічуванням насадки розмагнічуючий фактор з'являється при наявності зазору між полюсами і насадкою.

Тому актуальним є питання визначення геометричних параметрів, таких як ширина a і висота b . Їх оптимальні співвідношення (a/b); визначення впливу зазору δ між полюсами магнітної системи і саме насадкою.

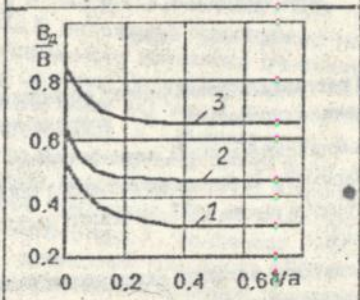
Аналогічним недоліком відзначаються і електромагнітні соленоїдні фільтри. Розробка соленоїдних фільтрів великої продуктивності традиційно йшла по шляху збільшення вихідного діаметру D вузла очищення, що приводить до зниження відносної довжини намагнічування L (катушки і насадки). Тому безумовно виникають втрати поля, які збільшуються із зниженням L/D . Локальні і середні значення індукції насадки в робочому об'ємі значно менші від потенційно можливих значень індукції B , що досягаються в довгих соленоїдах або тороїдах з еквівалентним числом ампер-витків на одиницю довжини.

Викладено результати досліджень геометрії вузла очищення і розробка нових конструкцій магнітоочищувачих пристроїв. Приведені результати експериментів по вивченню умов намагнічування насадки при різних взаємозв'язках розміру a (в напрямі намагнічування) і товщини шару насадки b , (поперек намагнічування) ширини зазору δ між насадкою і полюсом намагнічуючої системи. Результати свідчать про значне невикористання потенційних можливостей насадки в залежності від її відносного габариту a/b (мал.2) і відносно зазору δ/a (мал.3). Це зниження може бути досить відчутним - в 2-3 рази.

При боковому намагніченні гранульованої насадки високі значення індукції поля, які наближаються до мінімальних, досягаються при $a/b \geq 4$ і мініальному δ/a . Це співвідношення



Мал.2. Залежність середньої відносної індукції насадки від її геометричних параметрів.



Мал.3. Вплив зазору між полюсами і поверхнею насадки на відносний рівень її намагнічування. $H=30$ кА/м; 1 - $a/b=1.1$; 2 - 2.0; 3 - 5.0.

може бути базовим при розрахунках та проектуванні фільтрів. Однак слід мати на увазі, що $b=L$ - довжина фільтрування. Тому збільшення a/b за рахунок зменшення b не матиме позитивного результату. Не завжди можливе збільшення габариту a . Альтернативним рішенням може бути пошарове, відокремлене розташування насадки з зазором Δ між шарами, які ведуть себе практично незалежно один від одного при $\Delta/b \geq 2-3$ (мал.4), а параметри a/b кожного із них задовільняють необхідним умови (мал. 2).

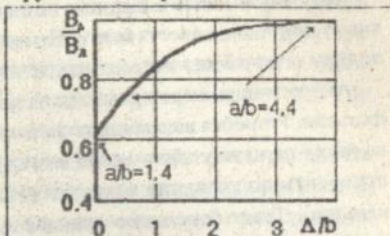
Проведений аналіз кривих намагнічування самих різноматітних насадок магнітних фільтрів показує, що в діапазоні практичного використання магнітного поля $H=30-100$ кА/м ш криві мають степеневу залежність, тобто середня індукція поля в насадці: $B \sim H^f$ з показником степені $f=0,7-0,8$). Приймаючи $f=0,75$, рівняння (3) має вигляд:

$$\psi = \lambda \left(1 - \exp\left(-\frac{a \alpha \delta^2 \gamma L}{\eta v d^2} B\right) \right) \quad \xi = \frac{a \alpha \delta^2 \gamma L}{\eta v d^2} B = k_{\xi} B \quad /4/$$

З результатів узагальненої обробки числових даних очищення рідких та газових середовищ в координатах $k_{\xi} \sim B$ (мал.5) підтверджує пропорційність ψ від B , передбачається рівнянням (4).

Параметр B більш об'єктивний порівняно з H . Він безпосередньо характеризує рівень намагніченості насадки і визначається прямим вимірюванням.

Додатково виконані експерименти по очищенню суспензії магнетиту в двох насадках: А - суцільного заповнення ($b=L=32$ мм, $a/b=1$) і Б - сформованої із чотирьох шарів з відповідною першої сумарній довжини ($b=8$ мм, $L=4 \times b=32$ мм, $a/b=4,4$ - кожного з шарів, а $\Delta/b = 4$), показали, що пошарове розташування насадки ефективніше на 25-30% (мал.6). В цьому випадку збільшення ефективності очищення ψ_2 відбулося саме за рахунок використання раціональної компоновки геометричних параметрів насадки, що дало збільшення середнього значення індукції B_2 відповідно (4), яке представлено виглядом:



Мал.4. Залежність відносної індукції насадки від відносного зазору між шарами в пошаровому варіанті: початок залежності $a/b=1,4$ (шари з'єднані), далі - $a/b=4,4$ (шари відокремлені). $H=30-100$ кА/м. $\delta/a=0,45$

$$B_2/B_1$$

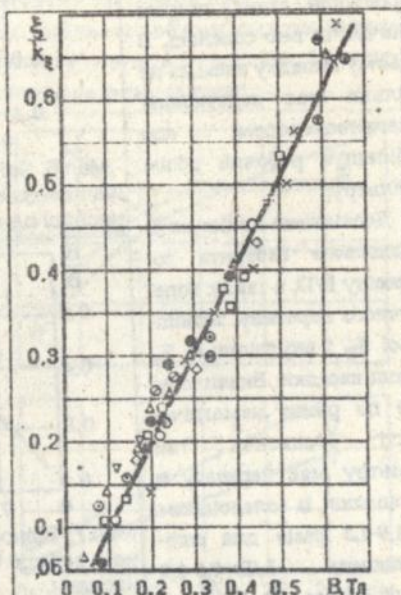
$$\psi_2 = \lambda[1 - (1 - \psi_1/\lambda)] \quad /5/$$

Впроваджені фільтри соленоїдного типу великої продуктивності характеризуються відносно низькими значеннями відношення L/D . Тому їх сорбційна насадка має великі значення розмагнічуючого фактору, через що значення індукції в насадці менше за індукцію в довгій насадці і соленоїді.

Дослідження ролі габариту вузла очищення традиційного соленоїдного фільтру показує, що середня відносна напруженість поля H в об'ємі "тонкого" соленоїду складає до 70% від його потенційного значення за рахунок розсіювання поля коротким соленоїдом в оточуючий простір. "Вкорочування" фільтруючої насадки, розташованої в соленоїді, перетворює її в короткий магнетик з високим значенням розмагнічуючого фактору. В результаті втрата індукції складає до 50% від можливого значення. Загальна залежність зображена на мал. 7, а значення середньої індукції соленоїдного фільтру в залежності від габаритних співвідношень описується рівнянням:

$$B_0/B = (1 - 0,75 \exp(1 - 0,35L/D)) \cdot (1 - 0,83 \exp(L/D)) \quad /6/$$

При $L/D \leq 1$; $B_0/B < 0,4$, тобто середня індукція фільтруючої насадки складає 40% від її можливого значення. Тому в фільтрах звичайного соленоїдного типу слід використовувати компоновочну схему з відносно "довгими" соленоїдом і насадкою, що при технології фіксації довжини фільтрування обмежує діаметр соленоїду і відповідно - продуктивність фільтру.



Мал.5. Залежність приведенного логарифмічного показника очищення від магнітної індукції насадки: \circ, \ominus - рідкий аміак ВО "Азот", \square - газоподібний аміак, \times - аміачна вода, Δ - пара виробництва аміачної води, \bullet - вода енергоблоку ГРЕС, \circ - виробничий конденсат ТЕЦ, \ominus - вода прокатного стану, ∇ - конденсат ГРЕС, \blacktriangle - дренажний конденсат АЕС, \circ - водна суспензія домішок трансаміаку, \diamond - турбінний конденсат АЕС, \dagger - турбінний конденсат хімізаводу.

Альтернативним рішенням може бути розташування насадки по броньовій схемі, цілком оточуючи нею соленоїд. В цьому випадку насадка не тільки стає додатковим магнітопроводом, але збільшує робочий об'єм фільтру.

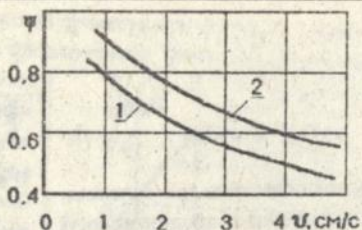
Досліджено вплив на V відносного габарита соленоїду L/D , а також поперечного перетину зовнішньої $S_{\text{вн}}$ і внутрішньої $S_{\text{вн}}$ площ насадки. Виявилось, що по рівню намагніченості броньовий тип фільтру має перевагу в порівнянні із соленоїдним в 1,9-1,5 разів для співвідношень $L/D=0,5-1,0$ (ліній 1,3 мал.8). Вони не тільки більш економічні, але і значно ефективніші в роботі.

Взаємне співвідношення індукцій зовнішнього і внутрішнього об'ємів насадки $B_{\text{вн}}/B_{\text{вн}}$ описується залежністю:

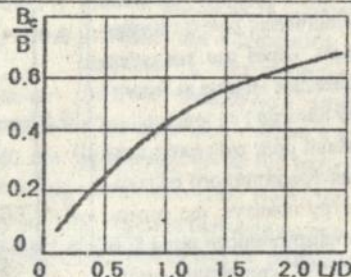
$$B_{\text{вн}}/B_{\text{вн}} = 2,2 \cdot \exp(-0,8 \cdot (L/D + S_{\text{вн}}/S_{\text{вн}})). \quad (7)$$

Рівняння (7) дозволяє розраховувати основні конструктивні параметри фільтру, виходячи з прогнозованих продуктивності і ефективності очищення, а також вирішувати зворотні задачі.

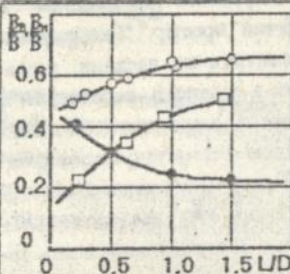
В практичному плані з'ясувалося, що доцільно вилучити малопродуктивний центральний об'єм, оточивши насадкою тільки тіло катушки. У випадку виникнення немагнітного прошарку між



Мал.6. Залежність ефективності очищення від швидкості в суцільній (1) і пошаровій (2) насадці однакової довжини.



Мал.7. Відносні значення середньої магнітної індукції в залежності від габариту насадки.



Мал.8. Середні відносні значення індукції внутрішньої (о), зовнішньої (е), зон насадки фільтру броньового типу та звичайного соленоїдного фільтру (□) в залежності від відносного габариту катушки.

катушкою намагнічування і насадкою значення індукції в останній не змінюється до по відношенню до товщини оболонки-насадки, а у випадку наявності зазору між двома симетричними частинами насадки (10-15% від величини зазору) по відношенню до загального об'єму насадки індукція знижується на 20-30% за рахунок "розриву" магнітного контуру. Наявність сегментних зазорів практично не впливає на зміну індукції.

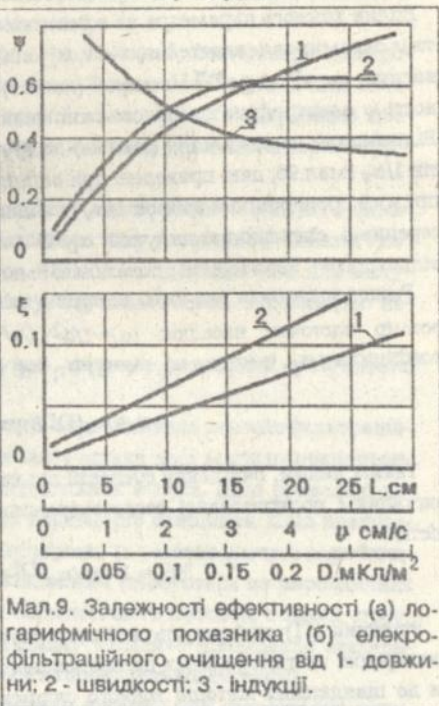
Приведено результати досліджень осадження дисперсних частинок в поляризованій сегнетоелектричній насадці. Відповідність властивостей сегнетоелектричних матеріалів в електричному полі із властивостями феромагнітних матеріалів у магнітному полі дозволили припустити, що можлива розробка електричного аналога магнітофільтраційного метода очищення.

Подані експерименти по вилученню частинок порцелянової пилу із порцеляногазової суспензії за допомогою пристрою, заповненого гранульованою сегнетокерамічною насадкою, крізь яку пропускалась суспензія.

Результати попередніх експериментів зображені на мал.9, підтверджуючи доцільність вживання закону експоненціального поглинаючого екрану для описання процесу осадження дисперсних частинок в шарі поляризованої сегнетокерамічної насадки. Результати обробки даних в координатах логарифмічного показника очищення ξ від довжини L дали пряму пропорційну залежність (мал.9б):

$$\xi = -\ln(1-\psi/\lambda) = \alpha L, \quad /8/$$

де λ - доля частинок, схильних до електроосадження, α - коефіцієнт поглинання. А загальний вигляд залежності ефективності електрофільтраційного очищення ψ має вигляд:



Мал.9. Залежності ефективності (а) логарифмічного показника (б) електрофільтраційного очищення від 1- довжини; 2 - швидкості; 3 - індукції.

Рівняння (9) вказує на аналогічність закономірностей очищення в шарі поляризованого діелектрика з магнітофільтраційним очищенням в шарі намагніченої феромагнітної насадки. В такому разі коефіцієнт поглинання α , крім довжини фільтрування, ще залежить від таких параметрів як швидкість v фільтрування, середньої електричної індукції насадки D .

Вплив кожного параметра на ефективність очищення можливо визначити із окремих залежностей α_v від v , α_D від D , припускаючи що вони мають вигляд: $\alpha_v \sim v^m$, $\alpha_D \sim D^n$. На мал.9 (лінія 2) зображена залежність ефективності ψ електрофільтраційного очищення від швидкості фільтрування v . Відповідний перехід від ψ (мал.9а) до зручних для лінеаризації результатів $1/\alpha_v$ (мал.9б, дані приведені при встановленому значенні $\lambda = 0,7-0,8$) дає прямий пропорційний зв'язок $1/\alpha_v \sim v$, відповідно $\alpha_v \sim 1/v$, тобто $m = -1$, а для середньої електричної індукції $\alpha_D \sim D$ (лінія 3), тобто $n = 1$. Параметри відповідають аналогічним показникам магнітофільтраційного очищення.

Розповсюджуючи аналогію на вплив вязкості потоку ($\alpha_\eta \sim 1/\eta$); середній розмір часточок насадки: ($\alpha_d \sim 1/d^2$), з точністю до індивідуального коефіцієнту α_0 , $\alpha = \alpha_0 \cdot \alpha_L \cdot \alpha_v \cdot \alpha_D \cdot \alpha_\eta \cdot \alpha_d$ отримаємо:

$$\alpha = \alpha_0 (DL / (\eta v d^2)). \quad /10/$$

Таким чином, очищення суспензії від частинок дисперсної фази з використанням поляризованої сегнетокерамічної насадки описується залежністю:

$$\psi/\lambda = 1 - \exp(\alpha_0 DL / (\eta v d^2)) \quad /11/$$

Рівняння (11) як і результати експериментів доводять, що осадження дисперсних частинок в шарі поляризованого сегнетоелектрика слід віднести до швидкісних методів тонкого очищення рідких середовищ від дисперсних включень.

Подані результати експериментів по визначенню залежності ефективності очищення ψ і логарифмічного показника очищення ξ від часу τ довели, що почасові залежності ψ і ξ мають "плато" на протязі певного часу $\tau = \tau_0$, вказуючи на початковий стаціонарний режим. При $\tau > \tau_0$, для нестационарного режиму, коли ξ практично відповідає ξ_τ , залежність ξ від τ відповідає закономірності, близькій до експоненціальної:

$$\xi = 2 - \alpha L \exp(k_\tau \tau). \quad /12/$$

Тоді для нестационарного режиму ($\tau > \tau_0$), з врахуванням того, що

$$\psi/\lambda = 1 - \exp(-\xi\tau),$$

/13/

рівняння електрофільтраційного очищення приймас вигляд:

$$\psi/\lambda = 1 - \exp(-2\alpha L(-k_1\tau)).$$

/14/

Дослди показали також, що частина домішок важко осаджується навіть при найбільш сприйнятливих умовах.

В цьому випадку інформація про долю частинок, схильних до електроосадження λ , має також важливе значення. Запропоновано визначати λ методом послідовного наближення, котрий являє собою лініаризацію дослідних даних в координатах $1/\xi$ від v при вивченні режимного параметру - швидкості фільтрування.

Приведено інформацію про розроблену конструкцію магнітного фільтра бокового намагнічування двосекційного типу із спільною намагнічуючою системою, який впроваджено на РВО "Азот" і призначено для вилучення залізомістких домішок із аміаку, що подається на виробництво неконцентрованої азотної кислоти (НАК).

В основу розрахунку конструкції фільтра закладено результати досліджень, викладених в роботі.

Вирішення питання про доцільність впровадження магнітофільтраційного методу очищення приймалося після оцінки доли магнітосприйнятливих домішок λ в загальній кількості домішок аміаку. Далі проведені дослди з метою визначення режимних параметрів очищення. Слід врахувати ту особливість, що проведення досліджень (в умовах діючого виробництва) може бути досить складним завданням (стосується це виробничих ліній високого тиску, особливостей технологічного процесу, а також стосується заходів безпеки). В цьому випадку можливе проведення експериментальних дослідів з використанням напівмодельної суспензії.

Для цього крізь шарову намагнічену насадку при форсованих режимах очищення (великих значеннях L, V і малих v) попередньо пропускався аміак для накопичення домішкових частинок. Отриманий таким чином осад використовувався в дослідженні властивостей частинок (дисперсності, магнітної проникності), а також для приготування напівмодельної водяної суспензії, з використанням якої проводилися експерименти по вивченню параметрів фільтрування. Такий підхід показано на прикладі дослідження параметрів очищення трансаміаку, котрі відчутно відрізняються від аналогічних параметрів очищення спорідненого середовища - аміаку НАК. Це пояснюється покращеними магнітними властивостями по відношенню до домішок аміаку виробництва НАК.

Наступні експерименти із трансаміаком (вже з використанням дослідно-промислового фільтру) дозволили скоректувати режими і досягнути ефективності очищення трансаміаку в середньому 55-70%.

Для вирішення проблеми вилучення залізомістких домішок із аміаку РВО "Азот" був розроблений і впроваджений магнітний фільтр бокового намагнічування двосекційного типу (мал.10) із спільною магнітною системою, виконаною у вигляді двох окремих пересувних блоків, набраних із постійних магнітів. На відміну від аналогів, він працює в безперервному режимі за рахунок послідовного включення в процес очищення кожної із двох його секцій.

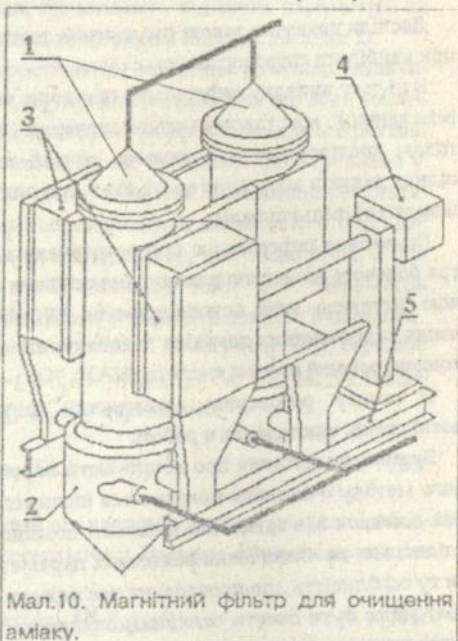
При відній концентрації домішок заліза 2-3 мг/л і вище ефективність очищення аміаку з використанням впровадженого на РВО "Азот" фільтру в середньому складася 70-87%, а при пікових викидах - до 85-90%.

Магнітний фільтр (мал.10)

складається із таких елементів: очищувальних секцій 1 і секцій інтенсифікації 2, намагнічуючої системи 3, набраної із блоків постійних магнітів, які пересуваються до очисних секцій механізмом 4, опорно-взвужуючої конструкції (рамі) 5, а також трубопроводів вводу, виводу середовища що очищається, та регенераційної рідини, закріпно-регулюючої арматури.

Була випущена мала серія пристроїв такого типу на Бердичівському заводі хімічного машинобудування. Один із фільтрів серії наданий Одеському припортовому заводу для очищення аміаку, який транспортується по аміакопроводу.

Результати досліджень і досвід розробки фільтрів для очищення аміаку були використані при реалізації ліцензійної угоди з фірмою "Флонік Шлсмерже" (Франція).



Мал.10. Магнітний фільтр для очищення аміаку.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Досліджено вплив на процес магнітофільтраційного осадження таких конструктивних параметрів очищувальних магнітних пристроїв як довжина a , ширина b насадки в напрямі намагнічування; одержано графічні залежності і визначені їх оптимальні співвідношення (a/b). Також досліджено вплив зазору δ між полюсом магнітної системи і насадкою на ефективність роботи магнітного пристрою.

Для випадку, коли дотримання вказаних співвідношень неможливі ($a/b \geq 4$; $\delta/a \rightarrow 0$), насадку слід розташовувати окремими шарами, дотримуючись необхідних співвідношень a/b кожного із шарів, розводячи їх один від одного на віддаль Δ , при $\Delta/b \geq 4$.

2. Одержано рівняння магнітосорбційного очищення, в якому використовується середня індукція насадки B як параметр, що описує вплив магнітного поля на ефективність осадження частинок.

3. Запропоновано і досліджено електромагнітний фільтр броньового типу. Одержано графічні та аналітичні закономірності для його проектування, що описують залежність індукції зовнішньої (B_H) і внутрішньої (B_B) частин насадки від таких конструктивних параметрів як, відношення довжини соленоїду до його діаметру (L/D) і взаємне співвідношення площ (S_H/S_B) зовнішньої та внутрішньої областей насадки фільтру.

4. Досліджено процес осадження дисперсних частинок в поляризованій сегнетоелектричній насадці - електричному аналозі магнітофільтраційного способу очищення. Одержана залежність ефективності електрофільтраційного осадження ψ від основних параметрів: довжини насадки L , середньої індукції електричного поля насадки D , швидкості фільтрування v .

5. Результати досліджень були використані в розробці магнітних фільтрів, впроваджених на підприємствах хімічної промисловості і при виконанні ліцензійної угоди із фірмою "Флонік Шлемсберге" (Франція).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ВИКЛАДЕНИЙ В ПУБЛІКАЦІЯХ:

1. Савдуляк О.В., Дахненко В.Л., Яцков О.В., Корхов О.Ю., Лозин І.Б. Магнитная очистка аммиака, транспортируемого по аммиакопроводу. /Депон. в УкрНДІНТІ, N1325. Ук-85.

2. Савдуляк О.В., Дахненко В.Л. Использование сегнетоэлектрических насадок для очистки от высокодисперсных примесей. /Химическая технология. 1986, 4.

3. Рационально-контурный магнитный фильтр для очистки жидких и газообразных сред "РКМФ-ТОР". /Корхов О.Ю., Дахненко В.Л., Сандуляк О.В., Яцков М.В., Сандуляк В.В. Позитивне рішення на видачу винаходу згідно із заявкою N4603450/31-26 (156015) от 22.11.89.

4. А.с.N1783669, МКИ В03С 1/00. Сепаратор Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Надрук. 22.08.1992

5. Сепаратор. /Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Позитивне рішення на видачу винаходу згідно із заявкою N4025188/31(028222) от 21.02.86.

6. А.с.N1692041, МКИ В 03 С 1/00. Магнитный сепаратор /Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Сандуляк В.В., Гаращенко В.І., Яцков М.В. Надрук. 15.07.1991

7. А.с.N1700840, МКИ В 03 С 1/00. Магнитный сепаратор. /Сандуляк О.В., Дахненко В.Л., Яцков М.В., Сандуляк В.В. від 22.08.91.

8. Магнитный сепаратор. /Сандуляк О.В., Дахненко В.Л., Яцков М.В., Сандуляк В.В. Позитивне рішення на видачу винаходу згідно із заявкою N4395119/31 (042129) від 21.03.88.

9. Сандуляк О.В., Дахненко В.Л., Яцков М.В. Реализация режимов и аппаратов магнитофилтрационной очистки на химических производствах. /Тези доповіді на VII Республіканській конференції "Повышение эффективности, совершенствование процессов и аппаратов химических производств", 20.09.88. Львів.

10. Сандуляк О.В., Яцков М.В., Дахненко В.Л. Магнитная очистка аммиака, используемого для производства минеральных удобрений. /Тезисы доклада на IV Всесоюзной конференции "Процессы и аппараты химической технологии", 27.09.88. Чимкент.

11. Сандуляк О.В., Дахненко В.Л., Клепач М.І., Яцков М.В. Параметры, влияющие на интенсивность электрофилтрационной очистки в поляризованном диэлектрике. /Инженерно-физический журнал. Т.57, N1, 1989.

12. Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Особенности магнитного осаждения фильтрованием. /Магнитная гидродинамика N2, 1989.

13. Сандуляк О.В., Дахненко В.Л., Клепач М.І. Совершенствование узла очистки в магнитных фильтрах. /Химическая технология N5, 1989.

14. Сандуляк А.В., Клепач Н.И., Яцков Н.В., Дахненко В.Л. Разделение в пористом поляризованном диэлектрике. /Тезисы доклада на II Всесоюзной конференции "Процессы и аппараты микробиологических производств", 26.09.89. Грозный.

15. А.с.N1530215, МКИ В01D 35/06. Сепаратор. /Клепач М.І., Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Надр. 29.12.1989. Б.И. N47.

16. А.с.N1664367, МКИ В01D35/06. Магнитный сепаратор /Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Лозин І.Б., Вовк І.Є. Надр. 23.07.1991. Б.И. N27.

17. Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Недостатки соленоидных электромагнитных фильтров. /Известия вузов. Энергетика.-1990.-N3.

18. Сандуляк О.В., Дахненко В.Л., Корхов О.Ю. О намагничивании насадки, имеющей "неконтактные" сопряжения с сердечниками в магнитном фильтре. /Известия вузов. Энергетика.-1990.-N4.

19. Устройство для очистки аммиака. /Яцков М.В., Дахненко В.Л., Сандуляк О. В., Лозовик М.І., Яковенко В.М. Рівне, 1990 (Інформ. листок /Рівненський ЦНТІ; N90-05).

20. Сандуляк О.В., Дахненко В.Л., Яцков М.В. Условия проектирования короткокатушечных ЭМФ цельнобронированного типа. /Тяжелое машиностроение, N7, 1991.

21. Яцков М.В., Сандуляк О.В., Дахненко В.Л. Применение магнитосорбционного метода для повышения качества аммиака при производстве азотной кислоты. /Химическая промышленность, N7, 1991.

AB 28.842

Підписано до друку 29. XI. 93р.
Формат 60x84 0 I/16 Обсяг 0,9 др. ар.
Замовлення 1716 Тираж 70 примір.
Рівне. УІІВГ, Себерна. II