

Висновок

У процесі дослідження була розроблена математична модель, розглянуто мікроструктуру шару гумінової кислоти, та визначено алгоритм розрахунку.

Література

1. Луговський О. Ф. Ультразвукові кавітаційні апарати для реалізації екологічно безпечної технології вилучення пектину з вторинної рослинної сировини / О. Ф. Луговський, І. М. Берник // Вісн. НТУУ «КПІ»; сер. «Машинобудування». – 2011. – № 58.
2. Аксельруд Г. А. Экстрагирование. Система твердое тело – жидкость / Г. А. Аксельруд, В. М. Лысянский. – Л. : Химия, 1985;
3. Ісаченко А. Г. Екологічні проблеми / А. Г. Ісаченко – М., 1996. – 278 с.;
4. Чухарева Н.В./ Исследование гуминовых кислот и термообработанных торфов Томской области/ Н.В. Чухарева, Л.В. Шишмина, А.А. Новиков – издательство Томского политехнического института, 2010 г.
5. Сайт Chemie Mania <http://www.chemiemaniamania.ru>.

УДК 628.5:66.002.8

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ЕКСТРАГУВАННЯ ГУМІНОВОЇ КИСЛОТИ З ТОРФУ

Тишко Ю.А., магістрант, Степанюк А. Р., канд.техн.наук., доцент; Сапон А.Ю., магістрант Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Проведено аналіз конструкцій для вилучення гуматів з торфу, виділені переваги та недоліки конструкцій, та обрано конструкції, що є найбільш ефективними для екстрагування гумінової кислоти з торфу.

The analysis of structures for extracting humates from peat, allocated the advantages and disadvantages of designs and selected structures that are most effective for extracting humic acid from peat.

Ключові слова: гумінові кислоти, екстрагування, апарати безперервної дії, апарати періодичної дії.

Вступ

Ґрунт є основним джерелом забезпечення сільськогосподарських культур живильними речовинами. Однак у сучасних умовах безупинної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва для щорічного вирощування високих врожаїв із продукцією гарної якості досить часто виявляється не достатнім та кількість живильних речовин, що надходить у рослини з органічної речовини і важкорозчинних мінеральних з'єднань ґрунту в результаті діяльності мікроорганізмів і кореневої системи рослин [1].

Сировиною для виготовлення гумінових компонентів органічних добрив служить торф, саме тому необхідно розробляти сучасні технології, за допомогою яких у виробничо – господарську діяльність можна залучати не використовувані види ресурсів. Тому, апарат для вилучення гумінової кислоти з торфу є актуальним для сільськогосподарської діяльності.

Постановка задачі

Авторами було поставлено за мету огляд конструкцій апаратів для вилучення гумінової кислоти з торфу та вибір типу апарата для інтенсифікації процесу вилучення гумітів з торфу. Для досягнення мети в рамках даної статті необхідно виконати такі завдання:

- 1) огляд конструкцій, що використовуються для екстрагування гумінової кислоти з торфу;
- 2) аналіз конструкцій та вибір апарата для процесу екстрагування гумінової кислоти.

Класифікація апаратів для процесу екстрагування гумінових речовин.

Існують такі апарати, як періодичної дії, напівперіодичної дії (наприклад: перколятори чи дифузори), безперервної дії (наприклад: одноколонні апарати), апарати (реактори, ємності, резервуари) з перемішувальними пристроями (наприклад: лопатевими мішалками, рамними мішалками, якірними мішалками, шнековими мішалками, з пневматичними перемішувальними пристроями).

Екстрактори періодичної і напівперіодичної дії відносять до недосконалого виду устаткування. Проте, у багатьох галузях металургійної, хімічної, целюлозно-паперової, фармацевтичної, харчової та м'ясо-

молочної промисловості вони досить поширені. Якщо деякі категорії одержуваних екстрактів і настоїв в окремих галузях фармацевтичної, харчової та м'ясо - молочної промисловості, де продукують невеликі партії продукції в численних найменуваннях, застосування апаратів періодичної дії вважатимуться виправданими, то тут для більшості перелічених виробництв перехід до апаратів безперервної дії з режимом інтенсивного масообміну між фазами є лише актуальним.

Недолік апаратів періодичної та напівперіодичної дії: процес в апаратах протікає мало інтенсивно, оскільки перемішування приміром із дуже малою швидкістю і є умовою для виникнення згустків твердих частинок, у яких екстрагент мало або майже не проникає. Дуже повільним є і подальший процес поділу твердих частинок і екстрагента.

Екстрагування в нерухомому (щільному) шарі частинок рідиною, що фільтрується через цей шар, проходить у апаратах, що називаються дифузорами чи перколяторами. Конструктивно такі апарати мають вигляд посудини циліндричної, конічної чи прямокутної форми, і має перфороване днище. Циркуляція екстрагента, що фільтрується через шар, забезпечується насосом великих розмірів.

Апарати малих обсягів для екстрагування в щільному шарі розташовуються зазвичай вертикально і мають комбіновану форму: в основі мають циліндричну і з однієї чи обох кінців форму усіченого конуса. Верхній отвір служить для завантаження в апарат твердих частинок, нижній — для вивантаження. До цих отворів щільно притискаються кришки за допомогою спеціального механічного чи гідравлічного устрою.

Розподільче сито може бути над нижньою або під верхньою кришками дифузора.

Послідовне з'єднання групи з 4 – 16 таких апаратів дає змогу впроваджувати процес напівперіодичний. Також він може протікати за двома схемами:

1. Певний період переважає у всіх апаратах рідина нерухома, потім відбувається просування екстрагента з апарату в апарат. Такий процес має розглядатися як комбінований прямоточно-протиточний, і кількість необхідних апаратів чи кінцеві параметри процесу мають розраховуватися за алгоритмом.

2. Після підключення чергового дифузора, зі свіжим матеріалом, що подається, відразу ж починається рух екстрагента, який переривається на період підключення чергового апарату. І тут процес наближається до протivotочного.

Група послідовно з'єднаних апаратів називається батареєю. Задля підтримки відповідного температурного режиму між кожною парою дифузорові може ставитися теплообмінник.

Замкнена система комунікацій дозволяє періодично відключати один із апаратів від циркуляційної системи, звільняти його від повністю виснаженого матеріалу і заповнювати свіжим. Після цього апарат знову входить у систему циркуляції у неї надходить найбільш збагачений екстрагент і відключається наступний. Чим більше число апаратів, тим ближчий процес до безперервного.

Недоліком батарейних апаратів є те, що вони широко застосовують у целюлозно-паперовій, легкій, фармацевтичній, харчовій та інших галузях промисловості де є велика витрата ручної праці за її експлуатації, значні втрати екстрагуючої речовини (частки нерідко вивантажуються разом із останніми порціями розчинника, що надходять в апарат), велика металоемність і важкість регулювання процесів, неможливість їх механізації і автоматизації.

Перевагою батарейних апаратів є те, що нерухомо лежить у ньому шар частинок не руйнується у процесі екстрагування; це часто забезпечує поліпшення гідродинамічних умов процесу, вищу якість екстракту і навіть можливість здійснити будь-який температурний режим, оскільки екстрагент переходить вже з апарату на другий через теплообмінник.

Екстрактори безперервної дії в порівнянні з періодичною і напівперіодичною дією крім загальновідомих переваг будь-якого безперервного процесу перед періодичним, а саме: повне виключення витрат ручної праці, можливість автоматизації процесу, створення одиничного апарату з високою продуктивністю, рівномірність споживання енергії і сировини та ін.

Також апарати безперервної дії мають таку важливу перевагу, як поліпшення масообмінних характеристик процесу, зокрема, збільшення коефіцієнта масовіддачі від поверхні частинок до екстрагенту.

Недоліки апаратів безперервної дії: перебування у тривалому перемішуванні екстрагента і твердих частинок, значному руйнуванні останніх, нерівномірності перебігу процесу.

Створення досконалого безперервного процесу екстрактора високої одиничної потужності можна лише через усунення всіх таких найважливіших недоліків апарату.

Найпоширенішою групою апаратів безперервної дії є колонні. Ці апарати по конструктивним ознаками діляться на одноколонні та багатоколонні; по розміщенню основного корпусу (корпусів) — на вертикальні, горизонтальні і похилі, а, по виду транспортного органу — на лопатеві, шнекові і ланцюгові.

Одноколонний апарат може мати лопаті. Транспортним органом колонного апарату в деяких випадках є окремі витки, у проміжку між якими також містяться контр лапи. Складною є система подачі твердих частинок в апарат. Вона забезпечується спеціальним насосом, але потрібне значне збагачення рідиною суміші твердих часток. Суміш подається в колону над розділовим ситом. Відділяючи цим ситом, екстрагент частково поступає на подальшу переробку (випарювання, очищення), але більша частина потрапляє у змішувач для утворення суміші з твердими частинками, що потім направляються в апарат. Необхідність відділення на ситі значної кількості рідини створює важкий гідродинамічний режим у цій зоні апарату. Тверді частки можуть подаватися: в колонний апарат спеціальним шнеком. При обох засобах подачі частинок в апарат відбувається значне їх зруйнування, що суттєво погіршить масообмін в апараті. У одноколонному апараті роздрібнення твердих частинок має місце та їх подальшої транспортуванні — це погіршує гідродинамічні умови у процесі. У апаратах цього важко здійснити підвід тепла, що у часто необхідний у процесі екстрагування.

Переваги одноколонного апарату, які можна віднести майже всім апаратам колонного типу, є те, що у них протікає процес протиточно і безупинно, вся маса частинок постійно перебуває у рідкій фазі. Такі апарати займають малі площі, мають, зазвичай, малу металоємність (увесь внутрішній простір апарату використовується з користю).

Недоліком є складна система подачі твердих частинок в апарат.

Кілька різновидів одноколонних екстракторів, призначених головним чином для переробки мілководрибних (порошкових) матеріалів, що мають щільність, істотно відмінну від щільності екстрагента, за конструкцією наближаються до колонних апаратів для екстракції у системі рідини – рідина. Основним контактним пристроєм таких екстракторів є тарілки. Екстрактори такого типу, як і рідинні, можуть мати перемішувачі, вібраційні і пульсуючі пристрої. З різноманітних конструкцій багатоконлонних апаратів у промисловості набули поширення двоколонний апарат зі шнековим транспортним органом, двоколонний апарат з ланцюговим транспортним органом, триколонний апарат зі шнековими транспортерами, багатоконлонний вертикальний апарат з ланцюговим транспортним органом.

Розпилюючі екстрактори. Мають високою продуктивністю але мало ефективні, що пояснюється укрупненням краплин дисперсної фази та зворотнім перемішуванням при виникненні якогось краплини дисперсної фази забираються частинками суцільної фази (або навпаки), в результаті чого в колоні утворюються місцеві циркуляційні потоки, що порушують протитоків фаз [3].

Колонні екстрактори з тарілками–перегородками [3]. В колонах установлені перегородки для зменшення зворотнього перемішування і для турбулізації потоків фаз; ефективність таких колон низька але її можна збільшувати деяким способом.

Насадкові екстрактори [3]. По простоті пристрою насадкові екстрактори наближені до розпилюючих але допустима продуктивність значно нижча; ефективність розділення також невисока.

З огляду цих конструкцій екстракторів можна встановити, що найбільш доцільно використовувати колонні екстрактори з тарілками-перегородками, хоча й ефективність таких апаратів незначна, та її можна збільшити шляхом зменшення відстані між тарілками. Також установлені тарілки перешкоджають зворотньому перемішуванню, що негативно впливає на роботу апарата.

Апарати (реактора, ємності, резервуари) [4] з перемішувачем пристроєм призначені для виконання різноманітних технологічних процесів в рідких однофазних і багатофазних середовищах з динамічною в'язкістю не більше 5,0 Па·с, густиною до 2000 кг/м³, об'ємом до 16 м³, робочим тиском до 0,6 МПа. Реактора виготовляються з вуглецевих і корозійностійких сталей і сплавів. Апарати можуть бути суцільнозварними і роз'ємними, з еліптичними і плоскими днищами, з мішалками шнекового, лопатевого, турбінного або рамного типу, з пучком підігріву або змішувачем.

В якості приводу в апаратах з мішалкою використовується мотор–редуктор або ремінний привід.

Робоче середовище в корпусі апарату (реактора) може бути - нейтральна, агресивна, пожежонебезпечна, вибухонебезпечна або токсична рідина, емульсія, газорідина суміш або суспензія масовою концентрацією твердої фази не більше 30%.

В сорочці і змішувачу використовується - водопровідна або оборотна вода, розсіл, конденсат, насичений водяний пар або високотемпературний органічний теплоносій, температурою від мінус 30 до плюс 250 °С.

Лопатеві мішалки [5] почали першими використовуватись в системах біоконверсії та в хімічній промисловості взагалі. На сьогодні вони використовуються у тих випадках, коли немає необхідності в інтенсивній радіально-осьовій циркуляції органічної суміші. Ці мішалки відносять до групи тихохідних.

Основною перевагою лопатевих мішалок є їх простота та низька вартість.

Їхніми недоліками є мала інтенсивність перемішування й відсутність значних вертикальних потоків, внаслідок чого їх не рекомендується застосовувати для скаламутнення важких осадів і при роботі з рідинами, що розшаровуються.

Поряд із цим вони забезпечують задовільне перемішування при роботі із в'язкими рідинами, можуть застосовуватися в апаратах великого об'єму. Для зменшення опору й поліпшення перемішування в листових мішалках виконуються отвори.

Якірні та рамні мішалки [5] вирізняються виключно низьким числом обертів. Діаметр таких мішалок наближається до діаметра біогазового реактора, а зазор між лопаттю та стінкою реактора є незначним. Таким чином, у випадку застосування цих мішалок можна уникнути місцевого перегріву субстрату чи виникнення осаду на дні реактора.

Недоліки: низьке число обертів.

Перевага: уникнення осаду на дні реактора, уникнення місцевого перегріву.

Шнекові мішалки [5] працюють за тим принципом, що і пропелерні, але при менших числах обертів. Вони застосовуються для перемішування сумішей значної в'язкості, зокрема для органічного субстрату всередині біогазової установки. В цьому випадку вони витрачають менше енергії, ніж пропелерні мішалки для створення однакової циркуляції субстрату в реакторі.

Недоліки: низьке число обертів.

Переваги: незначні затрати енергії.

Використання дискових та скребкових мішалок в процесах біоконверсії є неефективним, тому майже не застосовується.

Як основні типи екстракторів періодичної дії, також набули значного поширення камерні апарати (реактори) з механічним, пневматичним і пневмомеханічним перемішуванням.

Камерні апарати (реактори) зазвичай є судини циліндричної форми із плоским чи конічним днищем, виконані зі звичайної чи нержавіючої сталі та покриті всередині (якщо екстрагент є агресивним середовищем) шаром або кількома шарами кислотостійкого матеріалу.

В гідрометалургії поширені такого роду реактори, як з пневмомеханічним перемішуванням чи периферичними аероліфтами. При центральному аероліфті пульпу (суміш твердих частинок і екстрагента) згрібають мішалкою до центральної труби, у яку подається повітря, далі піднімається по трубі догори, через меншу щільність рідини, що містить повітряні бульбашки, і розтікається зверху по жолобам до периферії апарату. Потім частки осідають на дно і знову згрібаються до центра апарату. Мішалка робить 2 – 4 об./хв. Апарати такого типу мають зазвичай висоту від 2 до 4,5 метрів і відповідно діаметр від 2 до 9 м.

Процес в апаратах протікає як періодичний, при поєднанні кількох подібних апаратів у вигляді каскаду реакторів, процес наближається до проточного.

Принцип дії пневматичних перемішувальних пристроїв, які називають барботерами, полягає в тому, що при пропусненні дрібних пухирців повітря, газу або пари через шар рідини в апараті рідина починає рухатися, чим і здійснюється перемішування. При цьому газ або пара може подаватися в апарат або тільки для перемішування, або як агент, що бере участь у тому чи іншому хімічному процесі, що відбувається в апараті. У першому випадку газ повинен безупинно повністю відводитися з апарату, у другому – відводитися лише непрореагована його частина.

Витрата повітря або газу для зазначених барботерів при перемішуванні під атмосферним тиском залежить від необхідної інтенсивності перемішування: при слабкому перемішуванні – 0,4 м³/хв на 1 м² поверхні рідини, що перемішують; при середньому перемішуванні – 0,8 м³/хв на 1 м² поверхні; при інтенсивному перемішуванні – 1,0 м³/хв на 1 м² поверхні.

У промисловості найчастіше застосовуються реактори із перемішувальними пристроями. В окремих випадках ці апарати можуть називатися реактором, автоклавом або більш специфічно – нітратором, хлоратором, сульфуратором і т.п.

Інтенсивність дії перемішувального пристрою визначається часом досягнення конкретного технологічного результату при постійній частоті обертання або частотою обертання перемішувального пристрою при постійній тривалості процесу.

Висновки:

При проведенню огляді конструкцій було встановлено, що інтенсивним буде дія того з порівнюваних перемішувальних пристроїв, з яким заданий технологічний результат досягається за більш короткий час при однаковій частоті обертання або з меншою частотою обертання при однаковому часі перемішування. З оглянутих конструкцій можна встановити, що найбільш доцільно використовувати колонні екстрактори з тарілками-перегородками, хоча й ефективність таких апаратів незначна, та її можна збільшити шля-

хом зменшення відстані між тарілками, які в свою чергу перешкоджають зворотньому перемішуванню, що негативно впливає на роботу апарата.

Література

1. Ісаченко А. Г. Екологічні проблеми/ А. Г. Бажанов – М., 1996. – 278с.
2. Сайт Chemie Mania <http://www.chemiemaniamania.ru>.
3. Плановський А.Н. Процессы и аппараты химической технологии/ Плановський А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. – М., 1968. – 847 с.
4. Дослідно-Механічний Завод «КАРПАТИ» Україна, Львів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dmz-karpaty.com>.
5. «Екопласт Штанцл» Україна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ekoplast.com.ua>

УДК : 644.6

ЗОВНІШНЬОДИФУЗІЙНА КІНЕТИКА АДСОРБЦІЇ ФОСФАТ ІОНІВ НА ЦЕОЛІТІ В ПРИСУТНОСТІ СТОРОННІХ РЕЧОВИН

Сабадаш В.В. канд. техн. наук, ст. викладач
Гумницький Я.М. д.-р техн. наук, професор,
Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів
Мацуська О.В.

Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнологій
імені С.З. Гжицького, м. Львів

Уточнено механізм адсорбції фосфатів в присутності сполук амонію, встановлено лімітуючу стадію та кінетичні закономірності процесу. Визначено кінетичні коефіцієнти процесу адсорбції, необхідні для прогнозування процесу адсорбції при сумісній присутності фосфатів та сполук амонію.

The mechanism of adsorption of phosphates in the presence of ammonium is defined, limiting stage and kinetic conformities to the law of process are set. The kinetic coefficients of process of adsorption, necessary for prognostication of adsorption process at the compatible presence of phosphates and ammonium were determined.

Ключові слова: фосфати, цеоліт, адсорбція, стічні води, зовнішня дифузія, кінетика.

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасний етап розвитку цивілізації в більшості країн світу призвів до різкого зростання кількості різних відходів антропогенного характеру і масового забруднення поверхневих і підземних вод. Щорічно річковий стік виносить в світовий океан до 6,5 млн. т фосфору. В останні 50-75 років загальна картина розподілу і міграції сполук фосфору порушена людиною внаслідок вилучення цього елемента з агроруд і шлаків, а також виробництва та застосування фосфорних добрив і численних фосфоровмісних препаратів. Надходження сполук, що містять фосфор, на сушу становить 2,1-10 т, у гідросферу - 2,8-10 т [1,2]. До одних з найпоширеніших забруднюючих речовин водних об'єктів відносяться фосфатвмісні стічні води. Фосфати містяться в стічних водах промислових підприємств, що спеціалізуються на виробництві добрив, фосфорної кислоти і її солей, поверхнево-активних речовин, присутні в побутових стічних водах. Промислові синтетичні миючі засоби, зокрема, пральний порошок до 50% складається з триполіфосфату натрію, тому фосфати стають одним з факторів забруднення водних об'єктів при ненормативній роботі очисних споруд.

Експериментальні дослідження сорбційної ємності цеоліту щодо фосфатів присутності іонів амонію. Для реалізації процесу вилучення зі стічних вод фосфатів необхідно враховувати ряд факторів, зокрема присутність сторонніх речовин та пов'язану з цим конкуруючу адсорбцію. В реальних процесах найчастіше зустрічаються з проблемою очищення стічних вод, що одночасно містять фосфати та сполуки амонію [1,2]. Для дослідження закономірності процесу з'ясували сорбційну ємність цеоліту щодо фосфатів в статичних умовах [1,3].

Оскільки дослідженню підлягали стічні води, у яких концентрації забруднюючих речовин є невисокими, то сорбційну ємність визначали для діапазону низьких концентрацій (рис. 1). Як видно з графічної залежності, між статичною рівноважною сорбційною ємністю a^* та концентрацією P_2O_5 Cr_2O_3