

6. Никитенко Н.И. Исследование динамики испарения конденсированных тел на основе закона интенсивности спектрального излучения частиц // ИФЖ. 2002. – Т.75, – № 3, – С. 128 – 134.
7. Никитенко Н.И., Снежкин Ю.Ф., Сорокова Н.Н. Развитие теории и методов расчета динамики сорбции и десорбции. // ИФЖ. 2010. – Т. 83, – № 3, – С. 779 – 789.

УДК 621.21

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ УТВОРЕННЯ ГУМІНОВО-МІНЕРАЛЬНИХ ТВЕРДИХ КОМПОЗИТІВ

Корнієнко Я.М., д.т.н., проф., Мартинюк О.В., зав. лаб., Мельник М.П., магістрант,
Гайдай С.С., магістрант, Семененко Д.С., магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

Наведено результати експериментальних досліджень процесу одержання з рідких систем гуміново-мінеральних твердих композитів.

Results of experimental researches of getting humic-mineral fertilizers process from liquid system are presented.

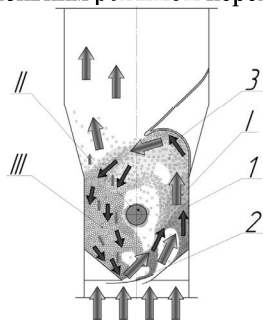
Ключові слова: гуміново-мінеральні добрива, грануляція, псевдозріджений шар

Key words: humic-mineral fertilizers, granulation, fluidized bed

Загальною науковою проблемою є підвищення ефективності процесу утворення твердих гуміново-мінеральних композитів із пошаровою структурою з рідких систем у псевдозрідженому шарі, яке можливе при забезпеченні інтенсивного гідродинамічного режиму. Найкраще ці умови виконуються якщо висота пробою струменя співпадає з висотою псевдозрідженого шару в апараті [1].

Метою експериментальних досліджень є визначення ефективності гідродинаміки при одержання гуміново-мінеральних твердих композитів із застосуванням нової конструкції газорозподільного пристрою (ГРП) та камери грануляції.

Досліди проводилися на пілотній установці з розмірами камери гранулятора $0,1 \times 0,3 \times 0,8$ м, у якій встановлено направляючу вставку (рис. 1). У якості газорозподільного пристрою (ГРП) використовувався колосниковий газорозподільний пристрій щільного типу, яка при співвідношенні висоти шару $H/D_c=2,0$ забезпечується інтенсивним режимом перемішування.



1 – корпус; 2 – газорозподільний пристрій; 3 – направляюча вставка; I – зона висхідного потоку; II – зона зрошення; III – зона низхідного потоку.

Рис. 1 – Організація руху зернистого матеріалу в апараті

Створення вертикально направленою струменя із формуванням газових бульбашок забезпечує активний рух частинок у шарі між зонами зрошення, інтенсивного тепло-масообміну, релаксації та в горизонтальній площині зони зрошення II.

У якості початкових центрів грануляції використовували гранули з розміром еквівалентного діаметра $D_c=2,1$ мм. У режимі активного псевдозрідження спостерігався циклічний струменево-барботаажний режим псевдозрідження. Відношення гідралічного опору шару $\Delta P_{ш}$ до гідралічного опору ГРП ΔP_p становило 6,67 за температури зріджувального агента $T=20$ °С.

На рис. 2 з інтервалом 0,033 с наведені фотографії стану зернистого матеріалу в шарі під час взаємодії з газом при $\Delta P_{\text{ш}} = 1962$ Па, який визначається з необхідної поверхні масообміну та приведений швидкості зріджувального агента $w_p=0,98$ м/с.

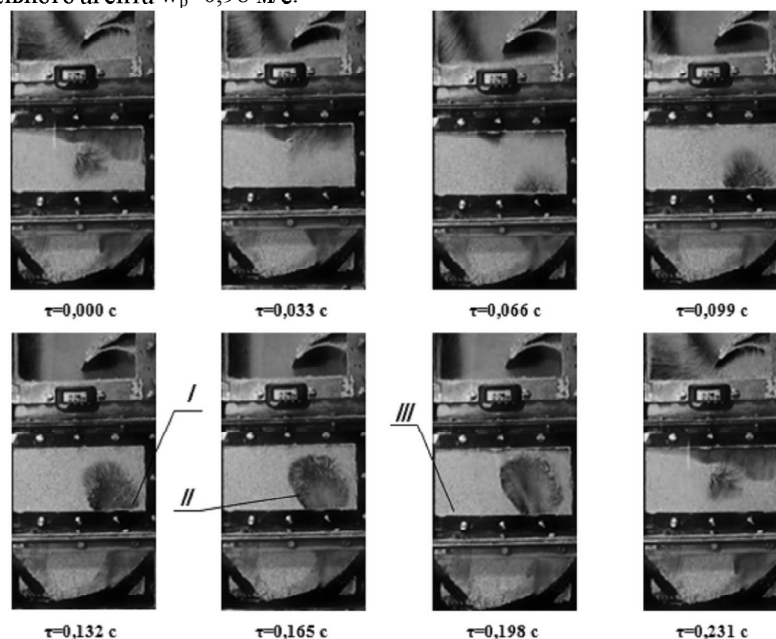


Рис. 2 – Циклограма гідродинамічного режиму псевдозрідження при $D_e = 2,1$ мм; $\Delta P_p = 294,3$ Па; $T=20^\circ\text{C}$; $K_w=1,32$, позиції I, II, III відповідають рис. 1.

Аналіз циклограми показує, що починаючи з $\tau=0,000$ с до $\tau=0,099$ с спостерігається струменевий рух дисперсного середовища біля правої щілини ГРП, так як її розмір більший за ліву, і утворення та збільшення розмірів газової бульбашки.

При збільшенні розмірів газової бульбашки значення її підйомної сили збільшується і вона прискорено переміщується вгору ближче до правої сторони камери гранулятора, що призводить до інтенсивного виносу зернистого матеріалу, який знаходиться над нею до направляючої вставки 2 унаслідок чого потужний вертикальний струмінь зернистого матеріалу над шаром спрямовується до лівої бічної сторони камери гранулятора, де відбувається збільшення висоти шару і цим самим призводить до збільшення гідралічного опору. Це зумовлює зміщення траєкторії руху газової бульбашки до правої стінки гранулятора де гідралічний опір менший, що підтверджується фотографіями при $\tau \geq 0,132$ с. При $\tau=0,198$ с газова бульбашка відділяється і вже при $\tau = 0,231$ с відбувається вихід газової бульбашки із зернистого шару, що відповідає стану шару при $\tau=0,000$ с. Цикл триває 0,231 с, частота пульсацій у шарі становить

$$4,33 \text{ Гц, при загальній поверхні шару } f_{\text{ш}}=15,3 \text{ м}^2 \text{ та питомій поверхні } \sigma = 1700 \frac{\text{М}^2}{\text{М}^3}.$$

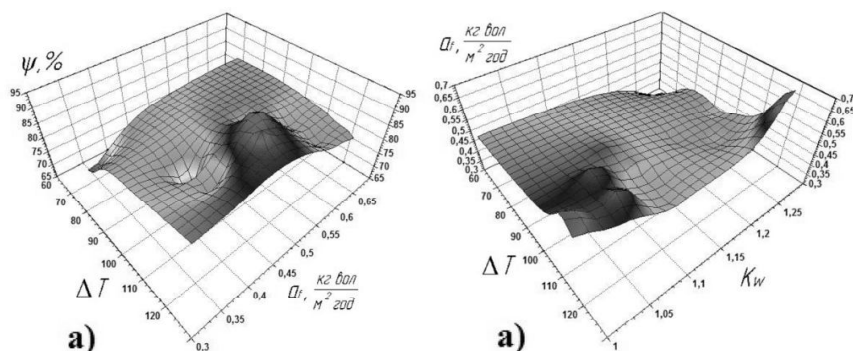
Завдяки інтенсивному імпульсному переміщенню зернистого матеріалу в горизонтальній площині по всій висоті поверхня контакту фаз використовується максимально. Окрім того, в низхідному потоці зернистого матеріалу в режимі фільтрації відбувається ефективний тепло-масообмін між зернистим матеріалом і газом.

Таким чином, застосування нової конструкції камери гранулятора дозволяє забезпечити направлену трьохмірну циркуляцію зернистого матеріалу з утворенням імпульсного режиму його переміщення.

При проведенні дослідів у якості початкових центрів грануляції використовувалися гранули сульфату амонію з домішками гумінових речовин з еквівалентним діаметром $D_e=1,98$ мм у першому досліді та $D_e=2,1$ мм у другому. У першому випадку наведені дані для розчину сульфату амонію з гуматами у співвідношенні N:Ga=20:1, у другому – сульфату амонію з гуматами із додатковим додаванням бентоніту у співвідношенні N:Ga:Б=19:1:1, який сорбує аміак.

Інтенсивність процесу зневоднення рідких систем визначається питомим навантаженням поверхні зернистого матеріалу в шарі за вологою a_f при заданому температурному режимі. Інтегральною оцінкою ефективності процесу є коефіцієнт гранулоутворення ψ , який показує масовий відсоток сухих речовин, поданих до апарата з розчином, що зумовлюють збільшення розмірів гранул.

На рис. 3(а, б) наведено експериментальну залежність ψ від перепаду температур на вході і в шарі та a_f .



а) сульфат амонію з гуматами; б) сульфат амонію з гуматами та бентонітом

Рис. 3 – Експериментальна залежність $\psi = f(\Delta T, a_f)$ при робочому розчині

Із графіків видно, що при робочому розчині сульфату амонію з гуматами максимальне значення коефіцієнта гранулоутворення $\psi = 85...95\%$ досягається при перепаду температур $\Delta T > 100\text{ }^\circ\text{C}$ та, у випадку додавання бентоніту максимальне значення $\psi = 85...92\%$ при $\Delta T > 100\text{ }^\circ\text{C}$ та

$$a_f = 0,5...0,85 \frac{\text{КГ ВОЛ}}{\text{М}^2 \text{ГОД}}$$

На рис. 4(а, б) наведено експериментальну залежність a_f від ΔT та числа псевдозрідження.

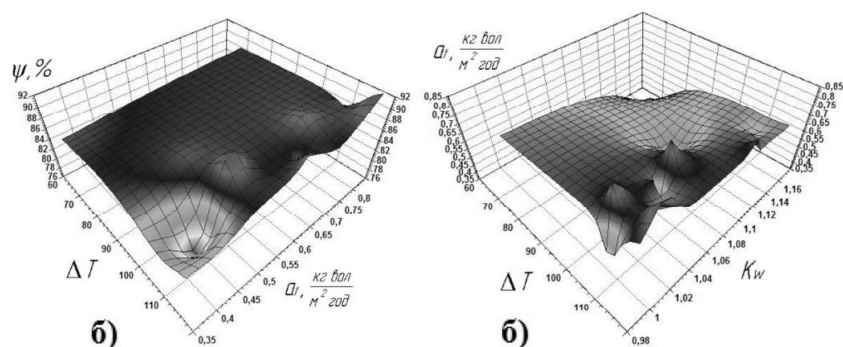


Рис. 4 – Експериментальна залежність $a_f = f(\Delta T, Kw)$ при робочому розчині: а) сульфату амонію з гуматами; б) сульфату амонію з гуматами та бентонітом.

Із графіків видно, що при значенні $Kw > 1$, тобто коли робоча швидкість перевищує критичну, питоме навантаження поверхні зернистого матеріалу в шарі за вологою a_f при робочому розчині сульфату амонію з гуматами за максимального значення перепаду температур $\Delta T = 120\text{ }^\circ\text{C}$ досягає $0,69 \frac{\text{КГ ВОЛ}}{\text{М}^2 \text{ГОД}}$, яке у 1,91 рази перевищує a_f для барботажного режиму [2]. У випадку додавання бентоніту максимальне значення a_f при максимальному $\Delta T = 120\text{ }^\circ\text{C}$ досягає $0,85$, що у 2,36 рази перевищує a_f для барботажного режиму.

Наведені залежності приблизно однакові для обох випадків. У майбутньому планується їх більш детальне дослідження.

Висновок

Застосування комплексного підходу до організації взаємодії твердої та газової фаз через зміну конструкцій газорозподільного пристрою та камери гранулятора дозволило реалізувати струменево-імпульсний режим гідродинаміки із трьохмірним рухом зернистого матеріалу. Струменево-барботаажний

режим псевдозрідження при одержанні азотно-гумінових добрив із заданими властивостями показав високу ефективність в разі збільшення питомого навантаження α_f у 2,36 рази в порівнянні зі звичайною конструкцією камери гранулятора.

Для визначення впливу технологічних параметрів є доцільним проведення додаткових дослідів, результати можуть бути використані при розробленні нового обладнання.

Література

1. Буевич Ю.А. Струйное псевдооживление / Ю.А. Буевич, Г.А. Минаев. – М.: Химия, 1984. – 136 с.
2. Корнієнко Я.М. Умови стійкої кінетики процесу одержання багатошарових твердих композитів / Я.М. Корнієнко, К.О. Гатілов, Д.О. Науменко // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ). – 2010. – Вип. 37. – С. 8-13.

УДК 615. 012. 014

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАСОВІДДАЧІ ВІД НЕОБМЕЖЕНОГО ТОНКОГО ЛИСТКА У ЕКСТРАГЕНТ

Дячок В.В. д-р. техн. наук, професор, Мараховська А.О., аспірант
Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів

Побудовано математичну модель масовіддачі від необмеженого тонкого листка у екстрагент враховуючи анатомічні особливості рослинної сировини, а саме наявність клітинного та міжклітинного середовища. Рішення її дозволяє прогнозувати кінетику процесу екстрагування неподрібненого листя при реалізації її на практиці.

The mathematical model of massreturn is built from an unlimited thin sheet in an extractant, taking into account its anatomical structure, a namely presence of cellular and intercellular environment. The decision of it allows to forecast kinetics of the extraction process of the unground folium up leaves during realization of it in practice.

Ключові слова: математична модель, екстракція, масовіддача, цільовий компонент, міжклітинне середовище, дифузія.

Особливості вилучення цільових компонентів із сировини з клітинною будовою пов'язані з тим, що на шляху до цільового компоненту, який містяться у клітині, знаходиться клітинна стінка, фізіологічний стан якої може бути різноманітним. Пристінний шар протоплазми накладає відбиток на властивості клітинної стінки, як мембрани, яка відокремлює розчин всередині клітини (клітинний сік) від рідини у міжклітинному середовищі. Поки протоплазма жива, клітинна стінка є напівпроникною перепонкою, яка не пропускає назовні речовини розчинні у клітинному соці. У даному випадку можливо лише проникнення екстрагенту всередину клітини. І лише після певного проміжку часу у середовищі екстрагенту, внаслідок денатурації білків, клітинна стінка втрачає характер напівпроникної мембрани та починає пропускати цільовий компонент в обидві сторони. При цьому швидкість дифузії речовини крізь мембрану лімітується градієнтом концентрації і характеристикою самої мембрани. Після виносу цільової речовини із клітини їх дифузія, обмежується вузькими просвітами міжклітинного середовища та довжиною шляху дифузії цільової речовини до зовнішньої поверхні. Крім того, додатковий опір виникає із-за частого співудару частинок із поверхнею міжклітинного середовища. Увесь цей складний комплекс дифузійних явищ, що протікають всередині шматочків рослинного матеріалу, називається *внутрішньою дифузією* та характеризується коефіцієнтом внутрішньої дифузії D . Величина D буде значно менша, ніж для вільної молекулярної дифузії D^* .

Отже, коефіцієнт внутрішньої дифузії $D_{вн}$ є складною величиною і є функцією коефіцієнту дифузії через клітинну мембрану D_c та коефіцієнту дифузії в міжклітинному середовищі D_m .

$$D = f(D_c; D_m).$$

Поверхню листка (пластини) з обох сторін обтікає потік екстрагенту з однаковими умовами, тобто при постійній, в середньому, гідродинамічній обстановці. В результаті цього цільовий компонент, який екстрагується, від поверхневого шару листка переходить у екстракт, а його місце займають нові порції цільового компоненту, що рухається з глибинних шарів.

Таким чином в основу моделі заложено принцип, - цільовий компонент у товщі листка (пластини) переноситься внаслідок молекулярної дифузії з об'єму клітини в міжклітинне середовище, яке в цілому