

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0421U100356

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 26-02-2021

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Любека Андрій Миколайович

2. Liubeka Andrii Mykolaiovych

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** кандидат наук

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 05.17.08

**Назва наукової спеціальності:** Процеси та обладнання хімічної технології

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 23-02-2021

**Спеціальність за освітою:** Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

**Місце роботи здобувача:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 26.002.05

**Повне найменування юридичної особи:** Громадська організація організація ветеранів та випускників Інституту енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 43329767

**Місцезнаходження:** вул. Борщагівська, буд. 115, корпус 22, каб. 201, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 61.13

**Тема дисертації:**

1. Гранулювання багатоконпонентних рідких систем в псевдозрідженому шарі
2. Granulation of multicomponent liquid systems in fluidized bed

## Реферат:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ, 2020. Дисертаційна робота спрямована на вирішення важливої науково-технічної задачі – підвищення ефективності процесу одержання інноваційних гранульованих органо-мінеральних добрив необхідних для впровадження принципів раціонального землекористування. Метою роботи є наукове обґрунтування застосування чашового ротаційного диспергатора для підвищення ефективності процесу грануляції багатокомпонентних висококонцентрованих рідких систем у псевдозрідженому шарі. Науково обґрунтовано принципи застосування чашового ротаційного диспергатора з перфорованою поверхнею для введення гетерогенної рідкої фази до псевдозрідженого шару, що дозволило значно збільшити розміри загальної зони диспергування внаслідок розпилення рідини через бічну поверхню диспергатора та інтенсивного руху зволжених гранул назовні із чаші ротаційного диспергатора. Вперше експериментально визначено гідродинамічні режими руху рідини в чаші ротаційного диспергатора, при якому контролюється середній розмір крапель в зоні розподілення  $d_{кр} \leq 250$  мкм. Вперше експериментально доведено, що застосування чашового ротаційного диспергатора з перфорованою бічною поверхнею дозволило щонайменше в 5 разів збільшити зону диспергування в порівнянні з дисковим диспергатором, що значно підвищило стійкість кінетики пошарового механізму грануляції при підвищенні продуктивності по гранульованому продукту на 40 %. У роботі експериментально одержано залежності для визначення режиму роботи ротаційного диспергатора, при якому забезпечується збільшення зони розпилення при середньому розмірі крапель рідини менше 250 мкм. Визначено технологічні параметри процесу одержання гранульованих гуміново-органомінеральних добрив із заданими властивостями при зневодненні багатокомпонентних рідких систем, що містили до 60 % (мас.) сухих речовин (кістяне борошно, сульфат амонію, гумат та хлорид калію). Теоретично обґрунтовано та експериментально доведено, що застосування чашового ротаційного диспергатора з перфорованою бічною поверхнею дозволяє щонайменше в 6 раз збільшити розміри зони розпилення в порівнянні з дисковим диспергатором та створити активну циркуляцію гранул через чашу диспергатора з частотою 1,7 : 2,0 Гц, що сприяє ефективному розподіленню зволжених гранул серед сухих та суттєво зменшує ризик утворення агломератів. Для оцінки роботи ротаційного диспергатора, при якому забезпечується середній розмір крапель у зоні розпилення  $d_{кр} \leq 250$  мкм, запропоновано використовувати фактор формування плівки в чаші диспергатора як добуток числа плівкового Рейнольдса на відцентрове число Фруда  $Hg = Re_{пл}(1) \cdot Fr_{мін}$  та визначено область раціональних значень параметра  $Hg = (3,8 : 4,0) \cdot 10^4$ . Експериментально підтверджено, що застосування ротаційного диспергатора із значеннями  $Hg = (3,0 : 3,5) \cdot 10^4$  при зневодненні 40 % (мас.) робочих розчинів забезпечує пошаровий механізм грануляції при одержанні гранульованих гуміново-азотних добрив, з коефіцієнтом грануляції  $\eta \geq 90$  %, питомим навантаженням поверхні шару за вологою  $a_f = 0,43$  кг/(м<sup>2</sup>·год) та продуктивністю за гранульованим продуктом з 1 м<sup>2</sup>, що в 1,4 рази перевищує цей показник для процесу із застосуванням дискового диспергатора. Досягнення високої якості розподілення рідкої фази у псевдозрідженому шарі підтверджується математичною моделлю процесу грануляції, яка із похибкою 5,7 % описує зміну температури по висоті шару при застосуванні струменево-пульсаційного псевдозрідження для трьох гідродинамічних зон у камері гранулятора. Експериментально доведено, що застосування ротаційного диспергатора типу 1 при зневодненні багатокомпонентних гетерогенних рідких систем із вмістом сухих речовин 60 % які складаються із сульфату амонію – 27 %, кістяного борошна – 29 % та гуматів – 1 % дозволило вперше отримати гуміново-органомінеральні добрива складу Г:Р:Са:N:K:S = 1:10:19:11:2:12,5 у вигляді гранул із пошаровою структурою з еквівалентним діаметром  $2,5 \leq d_e \leq 4,0$  мм, при цьому коефіцієнт грануляції становить  $\eta \geq 88$  %. Висока ефективність процесу підтверджується збільшенням питомого навантаження поверхні шару за вологою  $a_f = 0,51$  кг/(м<sup>2</sup>·год) в 2 рази та в 3 рази продуктивності за гранульованим продуктом з 1 м<sup>2</sup> газорозподільного пристрою – 197 кг/(год·м<sup>2</sup>) в порівнянні з показниками для процесу із застосуванням дискового диспергатора. Ключові слова: псевдозрідження, ротаційний чашовий диспергатор, зона розпилення, гранульовані гуміново-органомінеральні добрива, пошарова

грануляція.

2. The dissertation is aimed at solving an important scientific and technical problem – increasing the efficiency of the process of obtaining innovative granular organo-mineral fertilizers necessary for the implementation of the principles of rational land use. The aim of this work is to scientifically substantiate the use of a bowl rotary disperator to increase the efficiency of the granulation process of multicomponent highly concentrated liquid systems in a fluidized bed. The principles of using a bowl rotary disperator with a perforated surface for introducing a heterogeneous liquid phase into the fluidized bed have been scientifically substantiated, which has significantly increased the size of the total dispersion zone due to liquid spraying through the side surface of the disperator and intensive movement of moistened granules. For the first time, the hydrodynamic modes of fluid movement in the bowl of a rotary disperator were determined experimentally, in which the average droplet size in the distribution zone  $d_{cr} \leq 250 \mu\text{m}$  is controlled. For the first time it was experimentally proved that the use of a bowl rotary disperator with a perforated side surface allowed to increase the dispersion zone at least 5 times compared to the disk disperser, which significantly increased the stability of the kinetics of the layered granulation mechanism. In this work, the dependences for determining the mode of operation of the rotary disperator, which provides an increase in the spray zone at an average droplet size of less than  $250 \mu\text{m}$ , are obtained experimentally. Technological parameters of the process of obtaining granular humic-organo-mineral fertilizers with given properties in dehydration of multicomponent liquid systems containing up to 60% (wt.) Dry matter (bone meal, ammonium sulfate, humate and potassium chloride) are determined. It is theoretically substantiated and experimentally proved that the use of a bowl rotary disperator with a perforated side surface allows to increase at least 6 times the size of the spray zone compared to the disk disperser and to create active circulation of granules through the disperator bowl with a frequency of 1.7 : 2.0 Hz. effective distribution of moistened granules among dry and significantly reduces the risk of agglomeration To evaluate the operation of the rotary disperator, which provides the average droplet size in the spray zone  $d_{cr} \leq 250 \mu\text{m}$ , it is proposed to use the film formation factor in the disperser bowl as the product of the film Reynolds number on the centrifugal Freud number  $Hg = \text{Re}_{пл(1)} \cdot Fr_{min}$  parameter  $Hg = (3,8 : 4,0) \cdot 10^4$ . It is experimentally confirmed that the use of a rotary dispersant with values of  $Hg = (3,0 : 3,5) \cdot 10^4$  in the dehydration of 40% (wt.) Working solutions provides a layered mechanism of granulation in the production of granular humic-nitrogen fertilizers with a granulation coefficient  $\eta \geq 90 \%$ , the specific load of the surface of the layer on the moisture  $af = 0,43 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$  and productivity on the granular product of  $1 \text{ m}^2$ , which is 1,4 times higher than this figure for the process using a disk dispersant. Achieving high quality distribution of the liquid phase in the fluidized bed is confirmed by a mathematical model of the granulation process, which with an error of 5.7% describes the change in temperature along the height of the layer using jet-pulsation fluidization for three hydrodynamic zones in the granulator chamber It is experimentally proved that the use of rotary dispersant type 1 in dehydration of multicomponent heterogeneous liquid systems with a dry matter content of 60% consisting of ammonium sulfate – 27%, bone meal – 29% and humates – 1% allowed for the first time to obtain humic-organo-mineral fertilizers G: P: Ca: N: K: S = 1: 10: 19: 11: 2: 12,5 in the form of granules with a layered structure with an equivalent diameter of  $2.5 \leq d_e \leq 4.0 \text{ mm}$ , the granulation coefficient is  $\eta \geq 88\%$ . The high efficiency of the process is confirmed by the increase in the specific load of the surface of the layer on moisture  $af = 0,51 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$  in 2 times and in 3 times productivity on the granular product from  $1 \text{ m}^2$  of gas distribution device –  $197 \text{ kg} / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$  in comparison with indicators for the process using a disk dispersant.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Корнієнко Ярослав Микитивич

2. Korniienko Yaroslav Mykytovich

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.17.08

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Петрова Жанна Олександрівна

2. Petrova Zhanna O.

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.14.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

