

СТУДЕНТСЬКА НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА

«РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ МІКРОГРАНУЛ У
ВІБРАЦІЙНИХ ГРАНУЛЯТОРАХ»

ШИФР «МІКРОГРАНУЛА»

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1 Огляд літератури. Постановка задач досліджень.....	5
1.1 Методи та пристрої для диспергування та грануляції.....	5
1.2 Висновки до першого розділу.....	8
Розділ 2 Фізичне моделювання процесу одержання мікрогранул.....	9
2.1 Опис експериментальної установки.....	9
2.2 Результати експерименту на фізичній моделі.....	10
2.3 Висновки до другого розділу.....	19
Розділ 3 Вдосконалення конструкції гранулятора розчинів для одержання мікрогранул.....	21
Загальні висновки.....	25
Список літератури.....	26

ВСТУП

В сучасних технологічних процесах все більше зростає попит на гранульовану продукцію монодисперсного складу, що пов'язано з розвитком галузей промисловості, які мають необхідність в використанні мікрогранул, а саме: медичні та біотехнології (мікрокапсулювання лікарських препаратів і вітамінів, мікродозатори); електроніка та промислові системи відображення інформації (електрокраплеструменевий друк, нанесення рельєфу); отримання нових матеріалів (мікрогранул з металів і сплавів комплексного складу, ядерне паливо, полімерних мікрогранул). Тому розвиток технології одержання монодисперсних мікрогранул заданого розміру із ступенем монодисперсності $> 95\%$ є актуальним питанням. Існуючі в теперішній час методи гранулювання (окатування, диспергування рідини в інертне середовище, диспергування рідини на поверхню гранул з послідовним охолодженням і кристалізацією) не можуть забезпечити виготовлення монодисперсних мікрогранул в діапазоні розмірів 50-500 мкм зі ступенем монодисперсності 95% і вище.

Метою науково-дослідної роботи є обґрунтування можливості одержання мікрогранул в апаратах та визначення технологічних і конструктивних чинників, які впливають на якість товарної фракції.

Завданням наукової роботи є: 1) огляд способів одержання мікрогранул та вибір оптимального для сучасної хімічної промисловості; 2) дослідження залежності між характеристиками розчину та інертного середовища, технологічними і конструктивними параметрами процесу грануляції та якістю одержання продукту.

Об'єкт дослідження: спосіб одержання мікрогранул в інертному середовищі.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри, а також властивості розчину і інертного середовища, які впливають на ефективність зазначеного способу.

Методи дослідження: проведення експерименту на модельному зразку; обробка результатів експерименту, аналіз досліджень, видача рекомендацій з оптимального технологічного і конструктивного оформлення процесу одержання мікрогранул в інертному середовищі..

Наукова новизна одержаних результатів: експериментальним шляхом визначено вплив конструктивних і технологічних параметрів режиму гранулювання, властивостей середовищ на якість мікрогранул.

Практичне значення отриманих результатів: рекомендації щодо оптимальних режимів мікрогранулювання в інертному середовищі, розробка вдосконаленої конструкції гранулятора для здійснення процесу мікрогранулювання.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Методи та пристрої для диспергування та грануляції.

Існує велика кількість методів та пристроїв для диспергування різних речовин з метою одержання монодисперсних мікрочастинок з заданими характеристиками [1].

Основними способами отримання мікрочастинок є конденсаційний спосіб та спосіб диспергування. Диспергування ґрунване на розбризкуванні рідин, подрібненні твердих тіл та вимучування порошоків. Конденсаційний використовує випарювання рідини та її конденсацію, яка керується, на ядрах конденсації [2]. При диспергуванні використовуються об'ємні та поверхневі сили. Методи та пристрої що дають потік мікроскопічних частинок високої монодисперсності:

- диспергування диском що обертається

У центр диска, що обертається, подається рідина, яка під дією сил інерції піддається механічному подрібненню і скидається з нього в радіальному напрямі. Розміри частинок залежать від витрати рідини, кутової швидкості диска, що обертається, в'язкості і поверхневого натягу рідини, яка розпилюється [1]. Найбільший недолік цього способу це утворення капель-супутників (сателітів) з діаметром в 2-3 рази менше діаметру основних крапель, для відділення яких використовується гравітаційна і інерційна сепарація.

- аеродинамічне диспергування

Цей метод заснований на розриві струменя рідини, що витікає з капіляра, під дією повітряного струменя, концентричного капіляру. Діаметр утворюваних крапель визначається розміром отвору капіляра і швидкістю повітряного струменя і може складати 450-2000 мкм. Монодисперсність знаходиться в межах 1-10% [1].

- використання кавітації для монодиспергування

Схлопування повітряних бульбашок на поверхні розділу рідина-газ утворюють краплі з постійними розмірами. У такий спосіб можна отримати краплі малого діаметру до 20 мкм [1]. Пристрій, в якому реалізується це явище, має назву барботажний генератор. Принцип дії полягає в тому, що на тверду підкладку з каналом наноситься тонкий шар рідини. При невеликому надмірному тиску повітря в каналі утворюється повітряна бульбашка, яка збільшуючись, лопається; при цьому в момент її зімкнення, завдяки кумулятивному ефекту уздовж осі утворюється сплеск, що формує краплю, яка рухається в напрямі перпендикулярному поверхні. Недоліком є залежність від напрямку гравітаційного поля по відношенню до поверхні підкладки, порівняно невеликий діапазон генерованих крапель і невисока монодисперсність.

- метод вібруючої голки

Принцип дії генератора цього типу полягає в наступному: вістря голки, занурене в рідину, змочується і при виведенні з неї витягає з поверхні рідини тонкий струмінь, який, відокремившись від цієї поверхні і від вістря голки, стягується в краплю. Розмір краплі визначається параметрами приладу і властивостями рідини, яка диспергується, складає 8-300 мкм при частоті коливання 100-300 Гц. Міра монодисперсності крапель визначається стабільністю частоти і глибини занурення вольфрамової голки в рідину і досягає 50%.

- електростатичне диспергування

Метод електростатичного диспергування заснований на нестабільності зарядженої поверхні рідкого струменя. Для диспергування цим методом рідина повинна мати досить високу електростатичну провідність, щоб забезпечити великий поверхневий заряд. Принцип дії генератора: рідина під тиском поступає в капіляр, де утворюється опуклий меніск. Під дією різниці потенціалів, що прикладається між капіляром і плоскою пластиною з отвором, розташований перед капіляром меніск витягується і при

перевищенні порогової напруги від нього відділяється крапля, яка рухається в напрямі, перпендикулярному пластині. Важлива перевага: діаметр крапель мало залежить від діаметру капіляра, і за допомогою зміни напруженості електричного поля можна регулювати діаметр часток. Це дозволяє змінювати розмір макросфер, не міняючи капіляра, отже отримання малих часток з капіляра великого діаметру, вирішуючи проблему забивання каналу витікання твердими домішками. Цей пристрій працює тільки з діелектричними рідинами з питомим опором не нижче 10-16 Ом·м [3].

- метод генерації мікрочастинок імпульсним тиском

Спосіб емісії крапель імпульсним тиском полягає у викиді з насадки спеціальної форми краплі рідини при імпульсивній зміні тиску в диспергаторі за допомогою п'єзоелектричних, магнітострикційних або інших типів перетворювачів. Внутрішня порожнина являє собою конус з вихідним отвором при вершині. У основі конуса закріплена металева мембрана до якої приклеєний п'єзоелемент. При подачі до п'єзоелементу імпульсу напруги хвиля тиску, що поширюється до виходу отвору, призводить до генерації крапель. Рідина, що диспергує, повинна мати наступні характеристики: низькі і стабільні поверхневий натяг, в'язкість і щільність. Основні проблеми при конструювання генераторів крапель імпульсним тиском пов'язані із створенням системи всмоктування рідини в робочу камеру генератора після генерації чергової краплі, також виникають труднощі із забиванням тонких капілярів (20-50мкм).

- метод вимушеного капілярного розпаду струменя

Метод ВКРС (вимушеного капілярного розпаду струменя) є нині одним з основних методів отримання монодисперсних потоків мікрочастинок з високою мірою монодисперсності. У основі методу лежить явище нестійкості струменя рідини до збуджень поверхні, обумовлене капілярними силами.

У генераторі ВКРС механічними способами (модуляцією швидкості витікання, подовжньою або поперечною вібрацією насадки і тому подібне), за допомогою електричних або акустичних полів робляться обурення

струменя, що формується каналом витікання, які за певних умов експоненціально наростають в часі, що приводить до розпаду струменя на каплі [4].

1.2 Висновки до першого розділу

В результаті проведеного літературного огляду можна зробити висновок що в умовах сучасного виробництва для отримання гранул в хімічній промисловості найкраще буде підходити метод диспергування розчинів (плаву) ВКРС(вимушеним капілярним розпадом струменя), з подальшим охолодженням отриманих крапель в інертному середовищі (масло, інертний газ, повітря, і т.п.).Такий метод має високі показники монодисперсності мікрогранул, дозволяє використовувати різні робочі рідини (по в'язкості, концентрації, і т.п.), має порівняно прості принципи керування технологічним процесом, відносно нескладне обладнання.

В той же час, питання відпрацювання технології одержання мікрогранул зі створенням пристроїв для розпилення вдосконаленої конструкції та охолодженням в інертному середовищі вивчено недостатньо чітко. Тому виникає необхідність в дослідженні впливу властивостей розчину що диспергується, гідродинаміки та механіки процесу диспергування та грануляції на розмір та монодисперсність одержаних гранул.

РОЗДІЛ 2

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОДЕРЖАННЯ МІКРОГРАНУЛ

2.1 Опис експериментальної установки

Для проведення досліджень з відпрацювання технології одержання мікрогранул методом розпилення обертовим гранулятором в інертне середовище спроектовано і виготовлено експериментальну установку, принципова схема якої представлена на рис. 1.

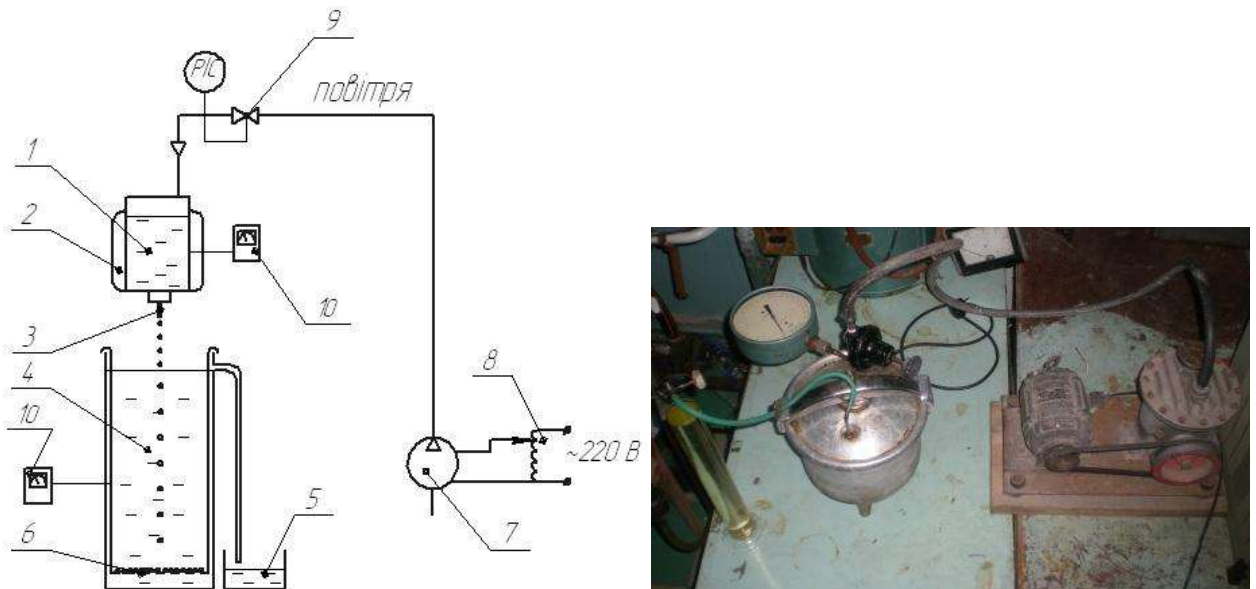


Рисунок 2.1 – Принципова схема та фото лабораторної установки:
1- пристрій для диспергування-реактор; 2- термостат; 3- циліндрична насадка; 4 – збірник мікрогранул; 5 – збірник масла; 6 - перфорована перегородка; 7- компресор; 8- електротрасформатор; 9- стабілізатор тиску; 10- термометр.

Робоча рідина з заданою температурою поміщається в реактор, після чого відбувається розпадання струменя на краплі та диспергування розчину в інертне середовище. Утворені сферичні краплі направляються в збірник мікрогранул, який заповнений холодним інертним середовищем (рідким вазеліновим маслом, трансформаторним маслом, бензином, або багатошаровим середовищем з цих компонентів) де вони витримуються певний час для надання гранулам правильної сферичної форми. Одержані мікрогранули відводяться із збірника мікрогранул шляхом вилучення перфорованої перегородки, промиваються від масла і в подальшому кристалізуються під дією атмосферного повітря. Під час промивки та кристалізації гранули зберігають сферичну форму.

Задачі експерименту:

- визначення залежності між концентрацією робочого розчину та діаметром одержаних гранул (після охолодження);
- встановлення залежності температури застигання водного розчину агар-агару від його концентрації;
- одержання залежності між діаметром циліндричної насадки та різницею діаметрів гранул до d_i та після d_k повної кристалізації ($\Delta d = d_i - d_k$);
- виявлення залежності між діаметром циліндричної насадки та різницею діаметрів гранул до d_i та після d_k повної кристалізації ($\Delta d = d_i - d_k$).

2.2 Результати експерименту на фізичній моделі

Вплив концентрації робочого розчину на діаметр одержаних гранул (після охолодження)

В якості робочого розчину використаний водяний розчин агар-агару. Проведена серія з п'яти експериментів на концентраціях розчину вода-агар-агар 50:1, 60:1, 70:1, 80:1 та 90:1. Експеримент проведено при охолодженні в двох інертних середовищах: трансформаторне масло, вазелінове масло.

З кожної партії гранул обиралась усереднена партія, та визначався середній діаметр гранул за допомогою мікроскопа з вимірювальною шкалою. Результати вимірювань наведені в таблиці 2.1. Одержана залежність наведена на рисунку 2.2.

Таблиця 2.1 – Результати вимірювань діаметра гранул.

Концентрація розчину вода-агар-агар	Діаметр гранул $\times 10^3$, м	
	Трансформаторне масло	Вазелінове масло
50:1	3,90	3,50
60:1	3,75	3,35
70:1	3,50	3,27
80:1	3,35	3,00
90:1	3,20	2,84

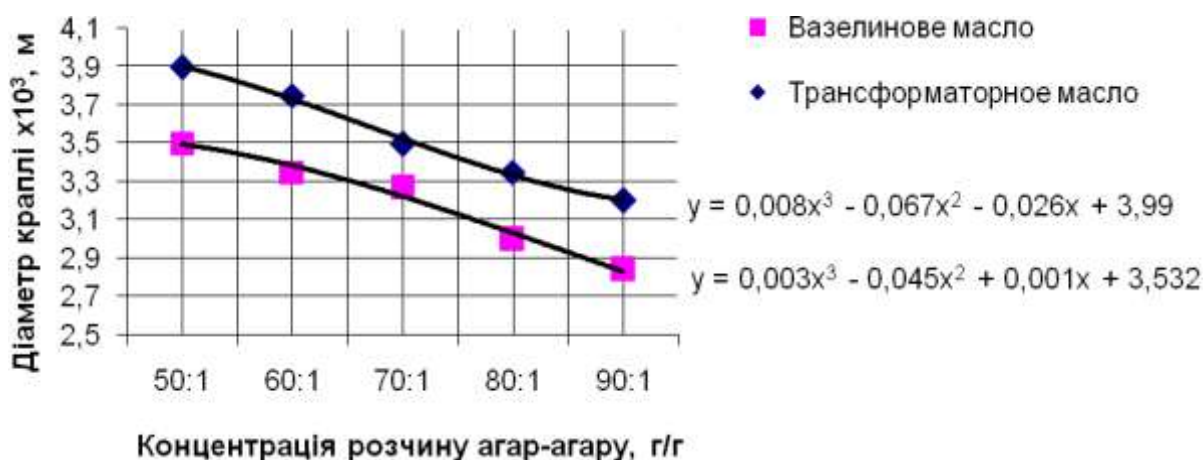


Рисунок 2.2 – Залежність діаметра гранул від концентрації розчину агар-агару.

В результаті аналізу отриманої графічної залежності діаметра гранул від концентрації розчину агар-агару виявлена пряма нелінійна залежність між концентрацією робочого розчину та діаметром отриманих гранул. Цю залежність необхідно використовувати, якщо при виробництві гранул концентрація розчину змінюється в силу тих чи інших причин, та підбирати

режим роботи гранулятора таким чином, щоб заданий діаметр товарної фракції не змінювався.

В ході проведення експерименту виявлені деякі визначено, що в процесі одержання мікрогранул концентрація розчину може змінюватись лише в деякому діапазоні. З однієї сторони цей діапазон обмежений нерівномірністю форми гранул при низькій концентрації розчину, а з іншої ускладненням технологічного процесу та надмірно швидкою кристалізацією в наслідок високої концентрації розчину.

Вплив концентрації водного розчину агар-агару на його температуру застигання

Проведено серію експериментів, в ході яких проводився замір температури початку кристалізації розчину для різних його концентрацій, при витіканні з циліндричної насадки. Характер впливу концентрації на температуру застигання відображено на рисунку 2.3.

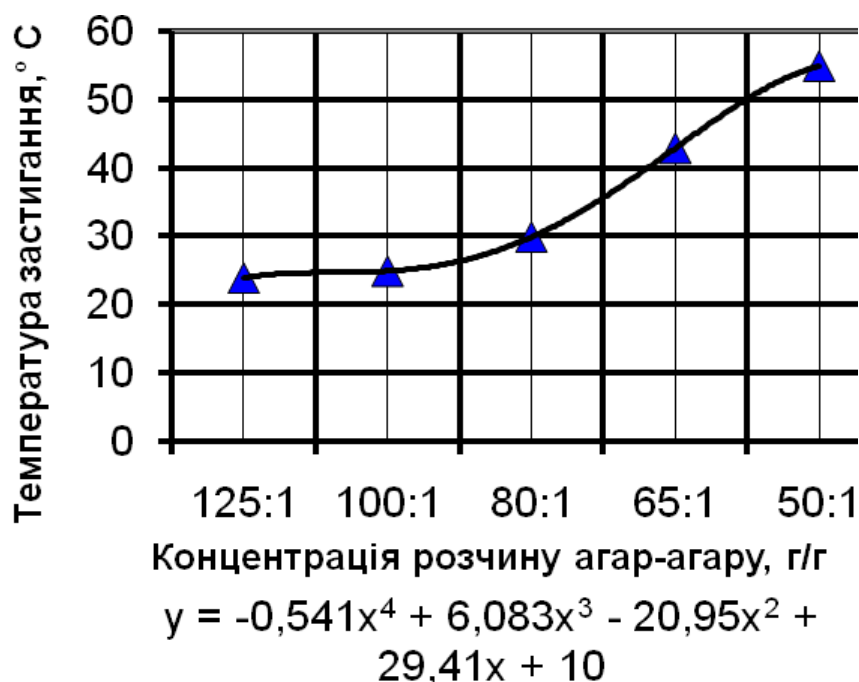


Рисунок 2.3 – Залежність температури застигання водного розчину агар-агару від його концентрації

В результаті аналізу отриманої графічної залежності температури застигання водного розчину агар-агару від його концентрації можна зробити

висновок, що при збільшенні концентрації розчину температура початку його кристалізації також підвищується. Дана залежність дає можливість тримати температурний режим технологічного процесу таким, щоб не допускати передчасної кристалізації розчину в середині апарата.

Вплив діаметра циліндричної насадки на різницю діаметрів гранул до та після повної кристалізації

Проведено серію експериментів, в ході яких проводився замір різницею діаметрів гранул до d_1 та після d_K повної кристалізації ($\Delta d = d_1 - d_K$). Проведений експеримент по виявленню залежності між діаметром циліндричної насадки та різницею діаметрів гранул до d_1 та після d_K повної кристалізації ($\Delta d = d_1 - d_K$). Результати експерименту представлено в графічній на рисунку 2.4.

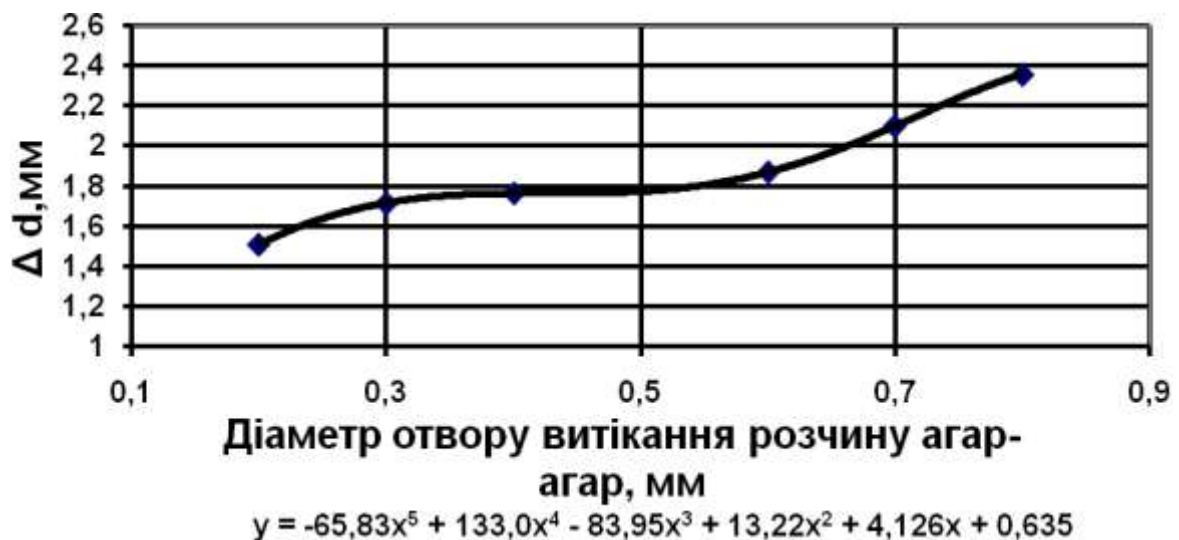


Рисунок 2.4 – Залежність між діаметром циліндричної насадки та різницею діаметрів гранул до d_1 та після d_K повної кристалізації

В результаті аналізу отриманої графічної залежності між діаметром циліндричної насадки та різницею діаметрів гранул до d_1 та після d_K повної кристалізації, можна зробити висновок що при збільшенні діаметру циліндричної насадки збільшується і різниця діаметрів гранули до кристалізації d_1 та після кристалізації d_K ($\Delta d = d_1 - d_K$). Це дає можливість

оптимально вибрати необхідний діаметр циліндричної насадки для отримання гранул заданого діаметра.

Вплив концентрації водного розчину агар-агару на діаметр гранул після повної кристалізації

Експеримент проводився на циліндричній насадці з діаметром отвору для витікання 0,4 мм. При усіх досліджених концентраціях діаметр початкових гранул (до повної кристалізації) рівний 2,4 мм. Після повної кристалізації гранул проведені виміри діаметрів гранул, та побудована графічна залежність різниці діаметрів гранул до d_i та після d_k повної кристалізації від концентрації водного розчину агар-агару, яку наведено на рисунку 2.5.

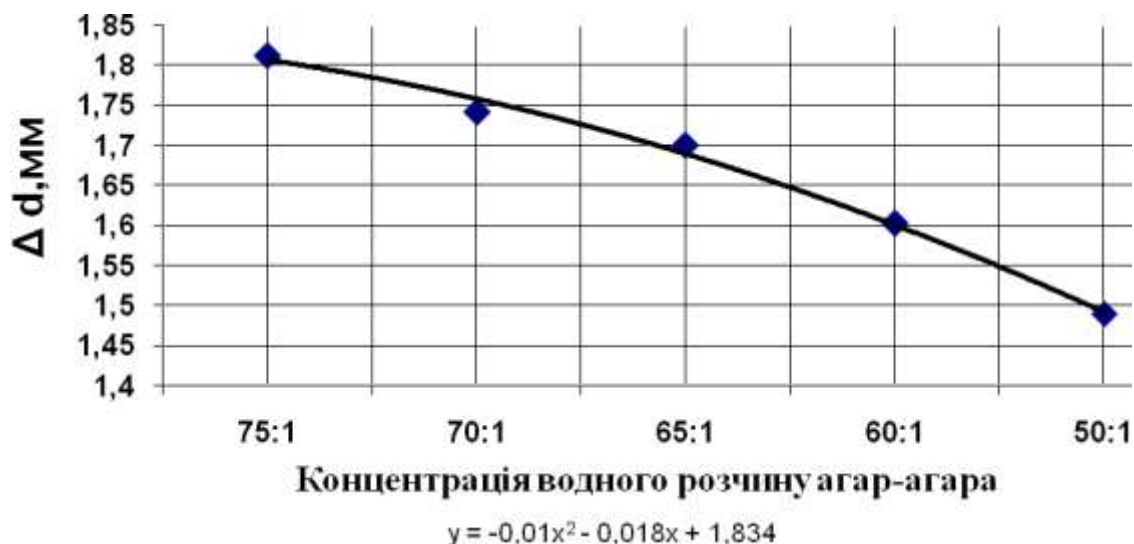
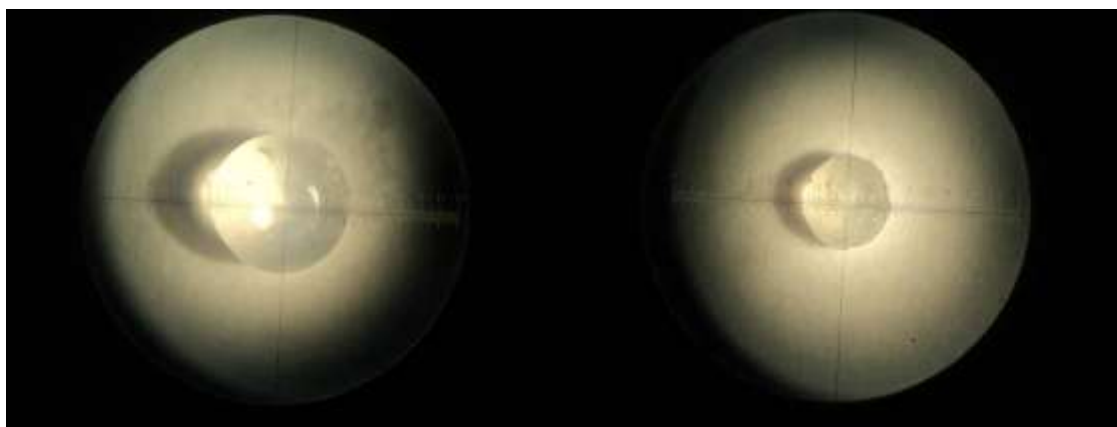


Рисунок 2.5 – Залежність різниці діаметрів гранул до d_i та після d_k повної кристалізації від концентрації водного розчину агар-агару

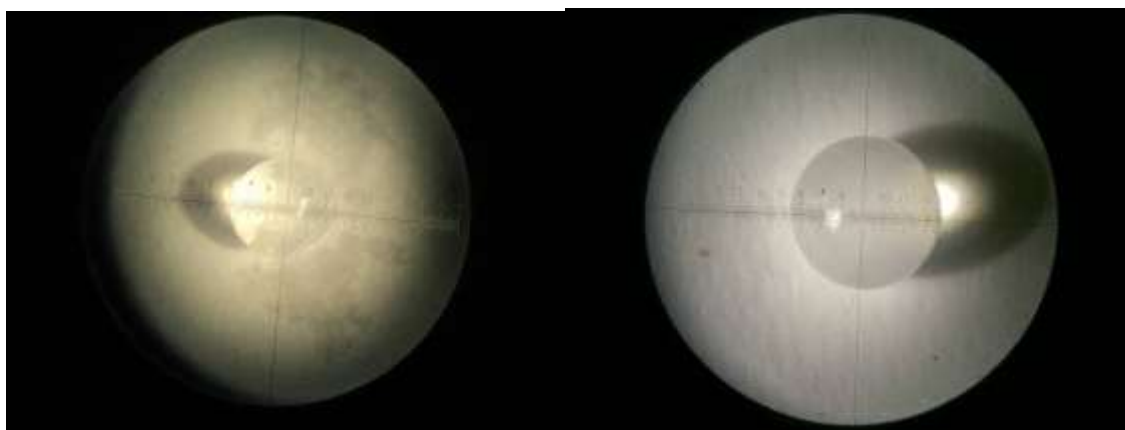
В результаті аналізу отриманої графічної залежності різниці діаметрів гранул до d_i та після d_k повної кристалізації від концентрації водного розчину агар-агару можна зробити висновок, що при збільшенні концентрації розчину різниця діаметрів (так зване «усихання» гранул) зменшується. Ця залежність на практиці дозволить більш точно регулювати параметри технологічного процесу грануляції для отримання гранул високої монодисперсності.

Дослідження якості мікрогранул від концентрації розчину агар-агару та типу інертного середовища



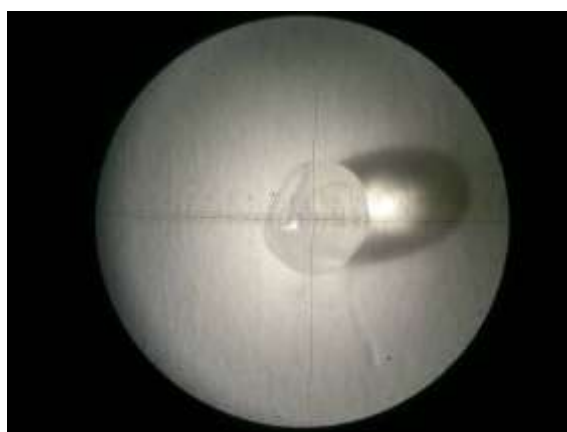
а)

б)



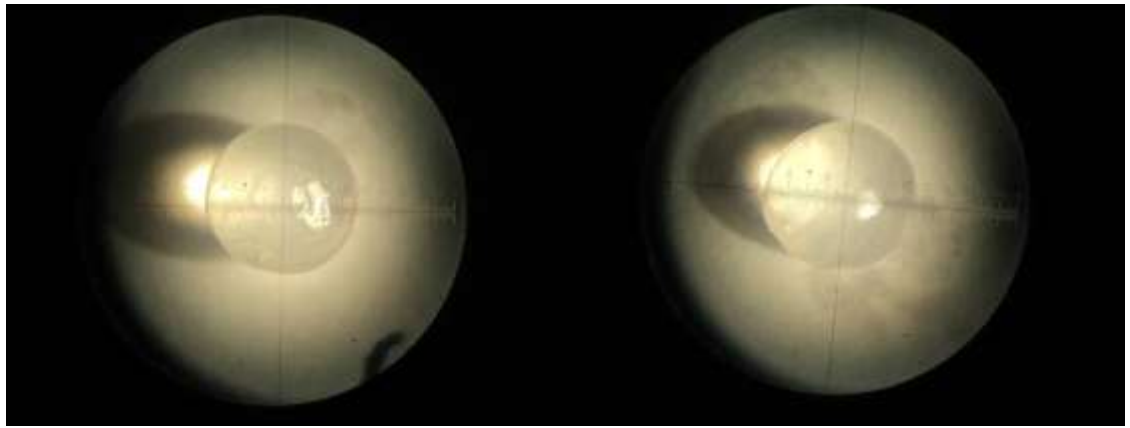
в)

г)



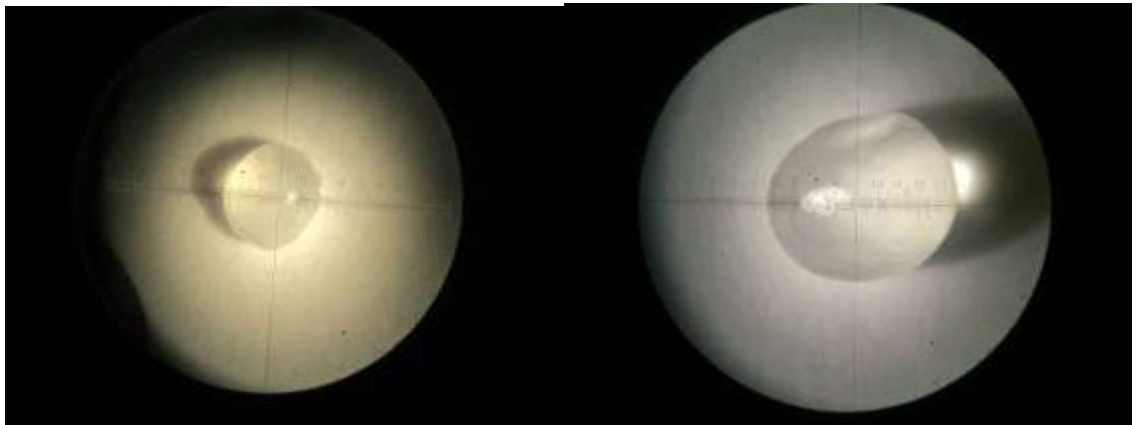
д)

Рисунок 2.6 – Вплив концентрації водного розчину агар-агару на якість гранул (інертне середовище – вазелінове масло): а) концентрація водного розчину агар-агару 50:1; б) 60:1; в) 70:1; г) 80:1; д) 90:1



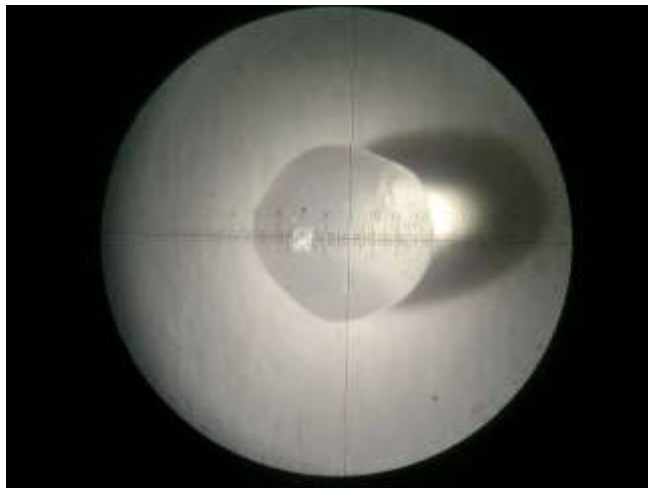
а)

б)



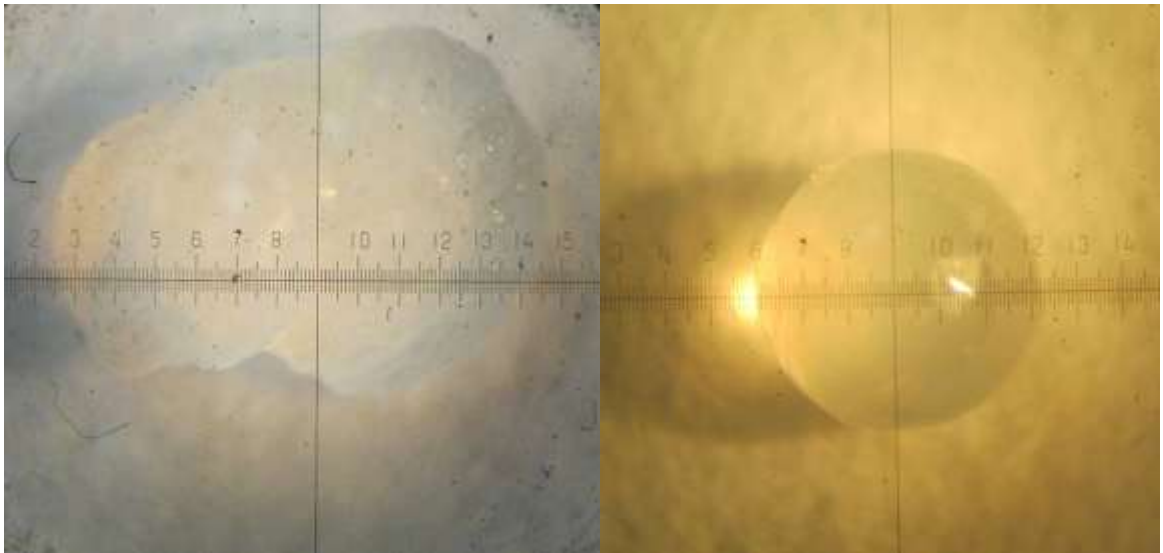
в)

г)



д)

Рисунок 2.7 – Вплив концентрації водного розчину агар-агару на якість гранул (інертне середовище –трансформаторне масло): а) концентрація водного розчину агар-агару 50:1; б) 60:1; в) 70:1; г) 80:1; д) 90:1



а)

б)

Рисунок 2.8 – Вплив температури водного розчину агар-агару на якість гранули (t – температура розчину, $t_{кр}$ – температура кристалізації розчину):

а) $t = t_{кр}$; б) $t > t_{кр}$

При концентрації розчину 90:1 та охолодженні у вазеліновому маслі, а також 100:1 і менше та охолодженні у трансформаторному маслі спостерігається отримання переважної більшості гранул з нерівномірною поверхнею.

При диспергуванні розчину в надмірно охоложене інертне середовище переважна більшість гранул кристалізується, не встигнувши прийняти сферичну форму. При підвищенні температури інертного середовища до певного критичного значення відбувається зміна картини що спостерігається, а саме гранули встигають прийняти сферичну форму до кристалізації.

В залежності від концентрації розчину є деяка критична температура інертного середовища, при якій відбувається перехід від сферичної форми гранул до несферичної.

Аналіз результатів експериментальних досліджень дозволяє визначити фізико-хімічні властивості середовищ, які впливають на диспергування монодисперсних гранул, якість та геометричні параметри одержаного продукту:

— температура застигання водного розчину агар-агару в циліндричній насадці залежить від концентрації розчину. При збільшенні концентрації зростає температура застигання, це дозволяє контролювати процес і уникнути небажаних перешкод до утворення гранул;



а)

б)



в)

Рисунок 2.9 – Порівняльний вид гранул залежно від типу інертного середовища для охолодження і кристалізації: а) бензин; б) бензин+ трансформаторне масло; в) вазелінове масло

— при кристалізації гранул в інертному середовищі (вазелінове масло) при температурі масла 23°C, починаючи з концентрації 80:1 і менше для

уникнення деформацій і злипання гранул необхідно забезпечити висоту інертного середовища не менше 230 мм;

- за результатами проведених експериментів отримана залежність різниці діаметрів гранули до кристалізації та після кристалізації від концентрації водного розчину агар-агару;
- при утворенні гранул з водного розчину агар-агара, концентрація якого 90:1 і менше, гранули після кристалізації втрачають сферичну форму;
- під час кристалізації гранул в інертному середовищі (бензин) яке має температуру 22°C і висоту 305 мм при подачі водного розчину агар-агару з мінімальною температурою, майже рівною температурі застигання водного розчину агар-агара в циліндричній насадці, відбувається деформація гранул на перфорованій решітці. При використанні бензину як інертного середовища для формування гранул необхідно збільшувати рівень бензину в збірнику мікрогранул і зменшувати температуру, що ускладнює технологічні умови процесу;
- в трансформаторне масло як інертне середовище кристалізації, водний розчин агар-агара можна подавати при температурі 65°C – відхилення форми мікрогранул від сферичної не відбувається;
- під час використання трансформаторного масла, як середовище для кристалізації, яке має в'язкість в декілька разів більшу ніж у бензина, гранули при попаданні в інертне середовище залишаються на поверхні фаз, із-за чого гранули при контакті одна з одною об'єднуються в одну велику гранулу;
- комбінування інертних середовищ (нижній шар – трансформаторне масло, верхній шар – бензин) дозволяє зменшити висоту інертного середовища до 135 мм, при цьому зберігається сферичність гранули.

2.3 Висновки до другого розділу

1. Встановлено вплив технологічних та конструктивних параметрів проведення процесу мікрогранулювання на якість готового продукту.

2. Визначено залежність технологічних параметрів процесу мікрогранулювання від фізико-хімічних властивостей розчину та інертного середовища.

3. Запропоновано рекомендації щодо оптимальних параметрів здійснення процесу мікрогранулювання в інертному середовищі.

РОЗДІЛ 3

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГРАНУЛЯТОРА РОЗЧИНІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ МІКРОГРАНУЛ

Недоліками сучасних пристроїв для створення монодисперсних крапель розчину (розплаву) [5-7] є:

- неможливість роботи в широкому діапазоні навантажень по розчину;
- забивання отворів витікання при гранулюванні розплавів з домішками, для їх проходження крізь отвори витікання потрібен додатковий тиск перед отворами витікання;
- привід обертання перфорованого днища не може забезпечити однаковий напір розплаву на верхніх та нижніх рядах отворів витікання при малих витратах розчину;
- порушення траєкторії руху краплі та агломерації крапель внаслідок перетину траєкторій їх руху;
- зменшення ступеню монодисперсності готового продукту внаслідок агломерації крапель.

За результатами експериментальних досліджень запропоновано вдосконалення конструкції пристрою для одержання мікрогранул з метод підвищення якості продукції.

Удосконалення обертового віброгранулятора розчинів вирішується шляхом обладнання його рухомим направляючим елементом у вигляді шнека, який монтується на порожнистий вал, що дозволить проводити гранулювання розплавів з домішками без частого забивання отворів витікання, та отримання монодисперсних гранул, що поліпшить якість товарної фракції, дасть можливість працювати в більш широкому діапазоні навантажень по розплаву.

Встановлення направляючого елемента у вигляді шнека на порожнистий вал, при контактуванні розплаву з лопаттю елемента (шнека) збільшує повний тиск розплаву завдяки перетворенню механічної енергії шнека в

кінетичну енергію розплаву з подальшим перетворенням її у внутрішню енергію.

Можливість обертання шнека дозволяє збільшити напір перед отворами витікання, таким чином за рахунок цього зменшується вірогідність забивання отворів витікання, збільшується діапазон роботи віброгранулятора по витраті розплаву, підвищується монодисперсність гранул, збільшується термін роботи пристрою без технічного обслуговування (очищення отворів днища від відкладень).

Вдосконалена конструкція обертового віброгранулятора розчинів (рисунок 3.1) працює наступним чином. Електродвигун (не показано) з розрахунковою частотою приводить в обертання порожнистий вал 19, водночас обертається шнек 6, розподільник 7 з напірними лопатками 8, циліндрична камера 18 з перфорованим днищем 11 та напірними лопатками 12, які розташовані в перфорованому днищі 11. Розплав по патрубку 2 для введення розплаву подають в кільцевий колектор 3, завдяки шнеку 6 збільшується обертовий рух розплаву та направляється до розподільника 7. При взаємодії з напірними лопатками 8 розплав підтримує обертовий рух заданий шнеком 6, завдяки чому розплав рівномірно проходить скрізь отвори перфорованого циліндра 9 і через сітку 14. Далі розплав прямує у перфороване днище 11. Напірні лопатки 12 вирівнюють швидкість обертання розплаву у перфорованому днищі 11. Під дією цього напору розплав витікає з усіх отворів 13 витікання перфорованого днища 11 у вигляді струменів. Водночас з подачею розплаву вмикається вібропристрій 23. Через шток 24 вібрація з розрахунковою частотою подається на диск-випромінювач 25, розташований над центральною частиною внутрішньої поверхні перфорованого днища 11 з зазором відносно неї. Зазор забезпечує надійний гідродинамічний зв'язок диска-випромінювача 25 і центральної частини перфорованого днища 11, завдяки якому хвилі поширюються у вигляді пружних деформацій у розплаві та передаються на перфороване днище 11. В результаті на струмені розплаву, які витікають з отворів,

накладаються регулярні збудження у вигляді звужень та стовщень, і струмені розплаву розпадаються в місцях звужень на монодисперсні краплі.

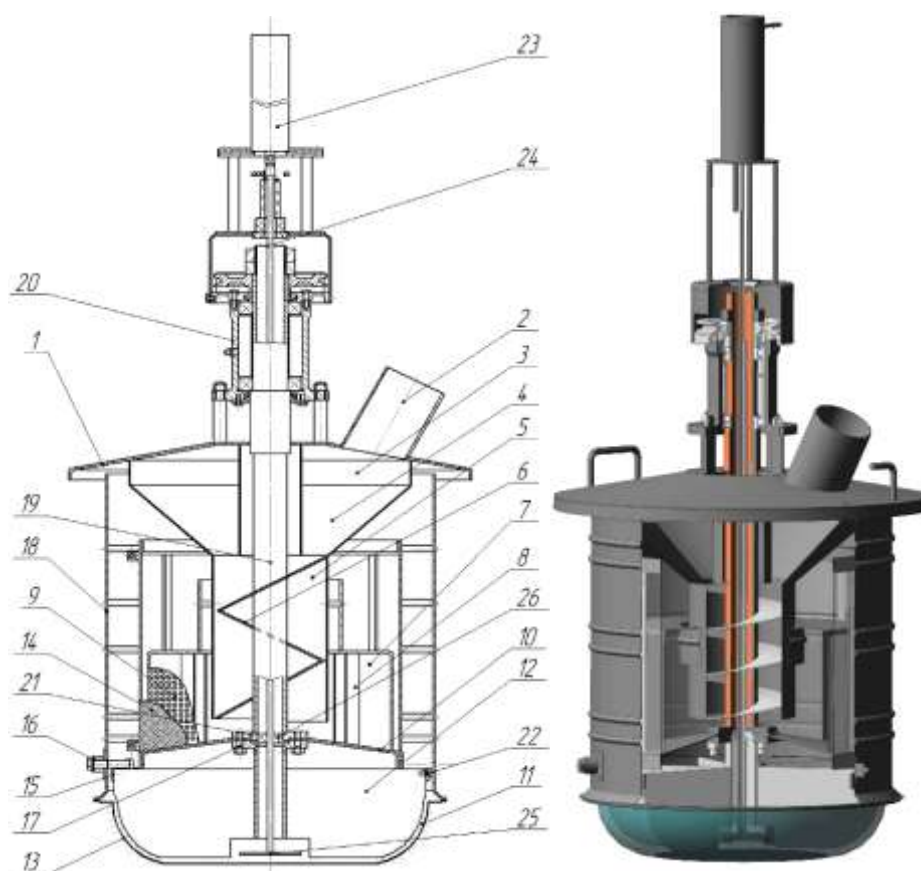


Рисунок 3.1 – Обертювий вiброгранулятор розчинiв: 1 – корпус; 2 – патрубк для введення розчину; 3 – кiльцевий колектор; 4 – зворотнiй конус; 5 – кiльцевий канал; 6 – шнек; 7 – розподiльник розплаву; 8 – напрямнi лопатки; 9 – перфорований цилiндр; 10 – конус для направлення розплаву; 11 – перфороване днище; 12 – напiрнi лопатки; 13 – отвори витiкання; 14 – сiтка для кiнцевої фiльтрацiї розплаву; 15 – кiльце; 16 – болти; 17 – шпильки; 18 – цилiндрична камера; 19 – порожнистий вал; 20 – пiдшипниковий вузол; 21 – фланцеве з’єднання; 22 – виступи для центрування цилiндричної камери; 23 – вiбропристрiй; 24 – шток; 25 – диск-випромiнювач; 26 – втулка.

Таким чином, розроблена конструкцiя у порiвняннi з iснуючими дозволяє виявити такi переваги:

- збільшення інтенсивності обертового руху розплаву, що дає можливість створення необхідного напору перед отворами витікання і роботи у більш широкому діапазоні навантажень по розплаву і функціонування пристрою без коливань напору;
- зменшення вірогідності забивання отворів витікання розплаву з перфорованого днища завдяки створенню додаткового тиску перед отворами витікання розплаву;
- підвищення ступеню монодисперсності гранул внаслідок зменшення вірогідності забивання та відсутності зміни геометричних розмірів отворів витікання розплаву з перфорованого днища;
- зменшення вірогідності перетину гранул та їх агломерації завдяки відсутності зміни початкової траєкторії руху струменя, що розпадається на окремі краплі;
- збільшення терміну роботи пристрою без технічного обслуговування за рахунок зменшення вірогідності забивання отворів витікання розплаву.

Висновки до третього розділу

1. Виділено основні недоліки існуючих конструкцій пристроїв для одержання монодисперсних мікрокрапель в подальшим їх гранулюванням в інертному середовищі.
2. Запропоновано вдосконалену конструкцію обертового віброгранулятора розчинів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. За результатами літературного огляду сучасних способів мікрогранулювання обрано оптимальний з можливістю його удосконалення для покращення якості готової продукції.

2. На модельному зразку проведено експериментальні дослідження з визначення впливу технологічних і конструктивних параметрів проведення процесу мікрогранулювання, а також фізико-хімічних властивостей розчину та інертного середовища на якість мікрогранул.

3. За результатами аналізу експериментальних досліджень запропоновано оптимальні режими проведення процесу мікрогранулювання в інертному середовищі.

4. Створено вдосконалену конструкцію пристрою для одержання мікрогранул.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Монодиспергирование вещества: принципы и применение/ Е. В. Аметистов, В. В. Блаженков, А. К. Городов и др.; Под ред. В. А. Григорьева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 336 с.- С. 154-181.
2. Бухаров А. В., Гиневский А. Ф., Коновалова Н. А. Влияние электрического поля на капиллярный распад струй электролитов// Инженерно-физический журнал. 1991. Т. 60. Вып. 4. С 582-586.
3. Гиневский А. Ф., Мотин. А. И. Особенности капиллярного распада струй диэлектрической вязкой жидкости с поверхностным зарядом// Инженерно-физический журнал. 1991. Т. 60. № 4. С. 576-582.
4. Блаженков В. В., Гунбин В. Ф., Щеглов С. И. Экспериментальное исследование влияния отношения сигнал/шум на характеристики вынужденного капиллярного распада// Инженерно-физический журнал. 1991. Т. 60. № 4. С. 544-550.
5. Патент України №87408, МПК В01J 2/02. Обертовий віброгранулятор розплавів / А.В. Васильев та ін. – Надрук. 10.07.2009, Бюл. №13, 2009.
6. Патент України №46121, МПК В01J 2/02. Обертовий віброгранулятор розплавів / Б.Г. Холін. Надрук. 15.05.2002, Бюл. №5, 2002.
7. Патент України №90980, МПК В01J 2/02. Обертовий віброгранулятор розплавів / О.В. Краєвський та ін. – Надрук. 10.06.2010, Бюл. №11, 2010.