

Determination of Influence of Physicochemical Properties of the Medium on the Quality of Monodisperse Microspheres

Maksym Skydanenko, Vsevolod Sklabinskyi, Artem Artyukhov, Andrey Ivaniya

Department of Processes and Equipment of Chemical and Petroleum Refineries, Sumy State University, 2 Rimsky-Korsakov Str., Sumy, UKRAINE
E-mail: pohnp@yandex.ru

The demand for microspheres with monodisperse composition has been growing recently in the technological processes. The application range of microspheres with equigranular composition is rather broad. The main branches that use microspheres are medicine, biotechnologies, electronics and industrial systems of information viewing, synthesis of new materials, space power engineering and cryogenic corpuscular targets for accelerating devices. Nowadays, the existing methods of granulation (balling, dispersion of liquids into inert atmosphere, dispersion of liquid on the granule surface with subsequent cooling and crystallization) can not yield monodisperse microspheres ranging within 50-500 μm in size with the degree of monodispersity 97% or more. Out of the mentioned options, the products of vibrogranulation equipment possess the highest monodispersity indexes and the smallest granule size. The priority areas are focused on the justification of possible application of vibrogranulators of solutions and melts in order to obtain equigranular microspheres and the study of hydromechanical properties of these devices.

An experimental setup was designed and produced for the study of monodisperse granules dispersion and for the search for the dependencies and study of the influence of solution concentration, diameter of the opening for liquid outflow and inert atmosphere on the microspheres formation.

The analysis of the experimental results allows determination of the physicochemical properties of the media, which influence the dispersion of monodisperse granules, the quality and geometric parameters of the obtained product.

The impact of the concentration of agar-agar aqueous solution on the solidification temperature, as well as the dependencies of the difference in diameters Δd on the concentration of agar-agar aqueous solution were studied.

The obtained results will be used in further study of microspheres formation in vibrogranulators.

Translated by Polyglot Translation Bureau
<http://www.polyglot-lviv.com>

Визначення впливу фізико-хімічних властивостей середовищ на якість монодисперсних мікрогранул

Максим Скиданенко, Всеволод Склабінський, Артем Артюхов, Андрій Іванія

Кафедра «Процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв», Сумський державний університет, УКРАЇНА, 40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, E-mail: pohnp@yandex.ru

Досліджено та виявлено вплив фізико-хімічних властивостей матеріалу гранул та інертного середовища на показники якості кінцевого продукту. Проведено підбір оптимальних фізико-хімічних властивостей матеріалу гранул та інертного середовища для одержання монодисперсних мікрогранул.

Ключові слова – віброгранулятор, монодисперсні гранули, гідромеханічні характеристики, диспергування, кристалізація.

I. Вступ

В останні роки в технологічних процесах все більше зростає попит мікрогранули монодисперсного складу [1]. Сфера застосування мікрогранул монодисперсного складу багатогранна. Основні галузі які потребують та використовують мікрогранули: медичні та біотехнології, електроніка та промислові системи відображення інформації, одержання нових матеріалів, космічна енергетика, криогенні корпускулярні мішені для прискорювальної техніки [2]. 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 97% і вище. З перелічених варіантів найвищі показники монодисперсності і найменші розміри гранул має продукція віброгрануляційного обладнання. Пріоритетними напрямками роботи є обґрунтування можливості використання віброгрануляторів розчинів і розплавів для одержання монодисперсних мікрогранул та дослідження гідромеханічних характеристик таких пристроїв.

II. Експериментальний стенд

Для проведення досліджень по вивченню диспергування монодисперсних гранул та виявлення залежностей і впливу концентрації розчину, діаметру отворів витікання рідини, інертного середовища на формування мікрогранул спроектовано і виготовлено експериментальну установку, принципова схема якої представлені на рис. 1.

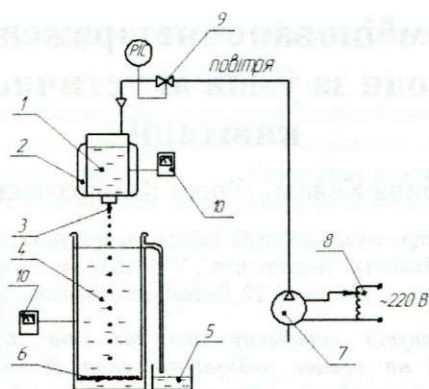


Рис. 1 Принципова схема лабораторної установки:
1 – реактор; 2 – термостат; 3 – циліндрична насадка;
4 – збірник мікрогранул; 5 – збірник масла; 6 – перфорована перегородка; 7 – компресор; 8 – електротрансформатор;
9 – стабілізатор тиску; 10 – термометр

III. Аналіз результатів

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-агара в циліндричній насадці залежить від концентрації розчину. При збільшенні концентрації зростає температура застигання, це дозволяє контролювати процес і уникнути не бажаних перешкод до утворення гранул. Вплив концентрації на температуру застигання зображено на рис. 2;



Рис. 2. Залежність температури застигання водного розчину агар-агара від концентрації агар-агара у розчині

- при кристалізації гранул в інертному середовищі (вазелинове 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 d_1 та після кристалізації d_k ($\Delta d = d_1 - d_k$) від концентрації водного розчину агар-агара. Концентрація розчину є важливим параметром для контролю утворення гранул із заданим діаметром (рис. 3);



Рис. 3. Залежність різниці діаметрів гранули від концентрації водного розчину агар-агара

- 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-агара 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 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.

Висновок

Розроблена експериментальна установка дозволяє проводити ряд досліджень по вивченню технологічних і конструктивних умов диспергування монодисперсних крапель.

Досліджено вплив концентрації водного розчину агар-агара на температуру застигання, залежність різниці діаметрів Δd від концентрації водного розчину агар-агара. Обрано оптимальне інертне середовище для кристалізації мікрогранул.

Отримані результати будуть використані в подальших дослідженнях одержання мікрогранул у вібраційних грануляторах.

Література

- [1] Аметистов Е.В., Дмитриев А.С. Монодисперсные системы и технологи. – М.: МЭИ. 2002.
- [2] Аметистов Е.В., Блаженков В.В., Гордов А.К. Монодиспергирование вещества: принципы и применение. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 331 с.