

**Косенко Володимир Владиславович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Косенко Владимир Владиславович**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Kosenko Volodymyr**

*Master Degree Student*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Семінський Олександр Олегович**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Семинский Александр Олегович**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Seminskyi Oleksandr**

*Candidate of Engineering Sciences,*

*Associate Professor of the Department of Machines*

*and Apparatus for Chemical and Oil Refining Production*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Семінська Наталія Валеріївна**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Семинский Наталья Валерьевна**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры прикладной гидроаэромеханики и механотроники*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Seminska Nataliya**

*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied*

*Hydroaeromechanics and Mechanotronics*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМУЛЬСУВАННЯ У ОДНОСТУПІНЧАСТОМУ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМУЛЬСИРОВАНИЯ В ОДНОСТУПЕНЧАТОМ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

### EXPERIMENTAL RESEARCH OF EMULSIFICATION IN ONE-STAGE HIGH-SHEAR MIXER

**Анотація.** Представлені результати експериментальних досліджень емульсування у одноступінчастому роторно-пульсаційному апараті, що працює в режимі рециркуляції, з використанням у якості модельної рідкої системи композиції дистильованої води і силіконової рідини з доданням додецилсульфату натрію. Результати дослідження узагальнені у вигляді гістограм дисперсного складу і залежності визначального розміру крапель від кратності циркуляції.

**Ключові слова:** дисперсний склад, емульсія, кратність циркуляції, роторно-пульсаційний апарат.

**Аннотация.** Представлены результаты экспериментальных исследований эмульсирования в одноступенчатом роторно-пульсационном аппарате, который работает в режиме рециркуляции, с использованием в качестве модельной жидкой системы композиции дистиллированной воды и силиконовой жидкости с добавлением додецилсульфата натрия. Результаты исследования обобщены в виде гистограмм дисперсного состава и зависимости определяющего размера капель от кратности циркуляций.

**Ключевые слова:** дисперсный состав, эмульсия, кратность циркуляции, роторно-пульсационный аппарат.

**Summary.** The results of experimental research of emulsification with a one-stage high-shear mixer which operating in a recirculation mode are presented. As a model liquid system used a composition of distilled water and silicone fluid, with addition of sodium dodecyl sulfate. The results of the research are summarized in form of size-consist histograms of the drops and the function of drops characteristic dimension from circulation rate.

**Key words:** circulation rate, emulsion, high-shear mixer, size-consist.

**Актуальність дослідження.** Роторно-пульсаційні апарати (РПА) відрізняються високою ефективністю при приготуванні багатокомпонентних рідин, таких як емульсії і суспензії, завдяки чому вони набули широкого застосування у харчовій, хімічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості [1].

При обробці рідин в РПА вони піддаються дії сукупності механічних і гідромеханічних впливів, викликаних пульсаціями тиску і нестационарною взаємодією з робочими органами апарату, що спричиняє розділення та злиття потоків і супроводжується зміною векторів їх швидкості. Складність гідродинаміки і різноманітність конструкцій зумовлюють недостатню вивченість процесів у РПА. Знання закономірностей протікання процесів у таких апаратах дозволить підбирати раціональні режими їх роботи із забезпеченням високої якості вироблених рідин [2, 3].

**Мета дослідження** полягає у встановленні закономірностей емульсування в одноступінчастому роторно-пульсаційному апараті.

**Методика дослідження.** Дослідження проведено на лабораторній установці (рис. 1), побудованій на базі одноступінчастого РПА проточного типу з комплектуванням робочих органів за схемою «ротор-статор». Апарат з'єднаний у замкненому циркуляційному контурі з приймальною емкістю.

У якості модельної системи прийнято силіконову рідину в'язкістю 100 сСт (1 % мас.) і дистильовану воду. Система стабілізувалась додецилсульфатом натрію.

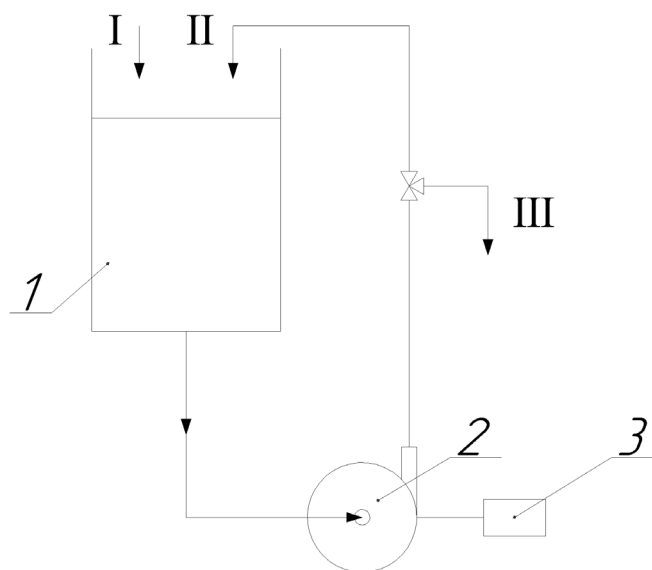


Рис. 1. Схема експериментальної установки:  
1 — приймальна емкість; 2 — роторно-пульсаційний апарат; 3 — вимірювальний комплекс; I — вихідні компоненти; II — потік, що циркулює; III — відібрані проби

Програма дослідження передбачає розміщення складових у приймальній ємкості та їх пульсаційну обробку із циркуляцією через робочі органи РПА, причому потік рідини у контурі створюється завдяки обертанню ротора апарата. При обробці фіксується частота обертання ротора (а відтак і частота пульсацій), вимірюються температура емульсії, об’ємна витрата і потужність приводу апарата. Відбір проб утвореної емульсії проводиться через визначені проміжки часу за встановленим графіком. Диспер-

сні склади відібраних проб визначаються методом мікроскопічного аналізу. Для кожної з проб встановлюються розподілення крапель в емульсії за їх розмірами та обчислюється визначальний розмір крапель, за який прийнято середній об’ємно-поверхневий діаметр.

Експериментальні дослідження проведено при частоті пульсацій 99 кГц.

**Результати дослідження.** Результати дослідження узагальнені у вигляді гістограм розподілення

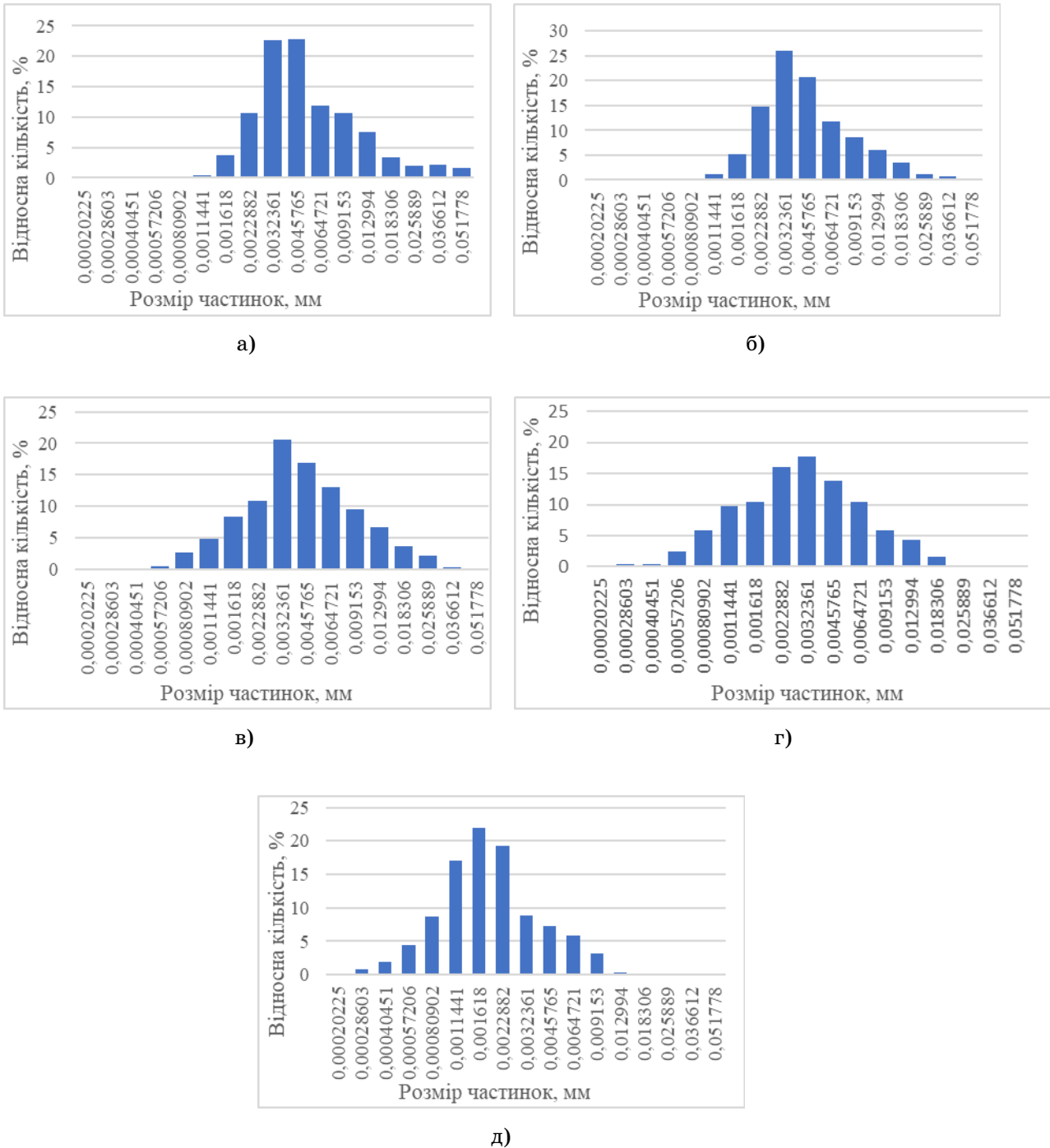


Рис. 2. Розподілення крапель в емульсії:  
а) перший прохід; б) другий прохід; в) четвертий прохід; г) шостий прохід; д) восьмий прохід

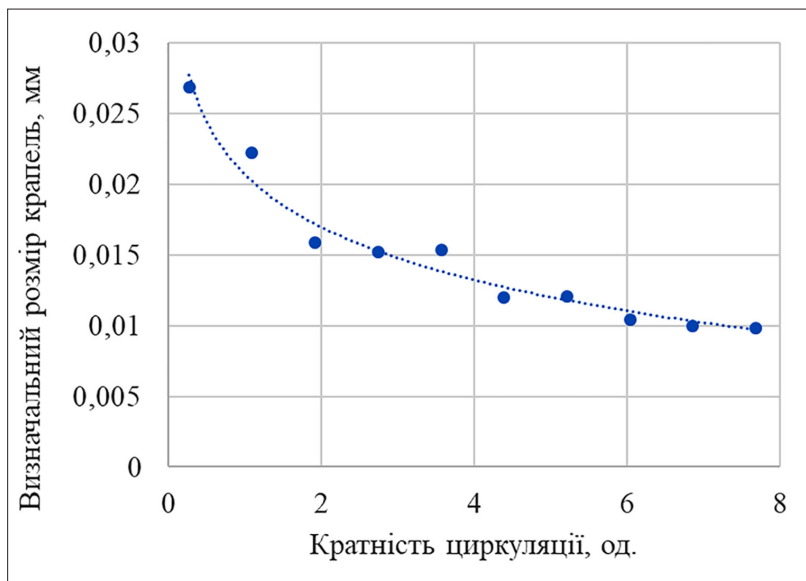


Рис. 3. Залежність зміни визначального розміру крапель від кратності циркуляції емульсії

крапель, в залежності від числа проходів емульсії через РПА (рис. 2), а також залежності зміни визначального розміру крапель від кратності циркуляції емульсії (рис. 3).

За результатами аналізу розподілень крапель за розмірами варто відмітити, що зі збільшенням кількості проходів кількість крапель більшої крупності зменшується, а розподілення звужуються, стягуючись до вісі ординат. Так, фракція з характерним розміром 51,8 мкм зникає вже при другому проході, фракція 36,6 мкм — на четвертому проході, фракція 25,9 мкм відсутня на шостому проході, а на восьмому проході зникає фракція 13 мкм. Таким чином, за сім проходів характерний розмір найкрупнішої фракції, а отже і ширина розподілення, зменшується майже вчетверо, що свідчить про суттєве підвищення однорідності дисперсного складу обробленої емульсії. Одночасно майже вдесятеро (з 0,78 % на першому

проході до 7,4 % на восьмому проході) збільшується кількість крапель субмікронного розміру.

Залежність зміни визначального розміру крапель від кратності циркуляції емульсії має виражений вигляд гладкої низхідної кривої, асимптотичної до вісі абсцис. Різниця визначальних розмірів за рівні проміжки часу зменшується по мірі зменшення визначального розміру крапель, що пояснюється більш рівномірним навантаженням на поверхню краплі по мірі зменшення її розмірів, а, отже, меншою кількістю розділень крапель.

**Висновки.** Результати дослідження дозволяють підібрати раціональні режими емульсування рідин, що близькі за властивостями до обраних. Разом з цим, перспективним є продовження досліджень з напрацюванням бази даних щодо емульсування рідин, а також визначення впливу конструкції і компонування робочих органів РПА на кінетику емульсування.

#### Література

1. Богданов В. В. Эффективные малообъемные смесители / В. В. Богданов, Е. И. Христофоров, Б. А. Клоцунг. — Л.: Химия, 1989. — 224 с.
2. Балабудкин М. А. Масштабирование роторно-пульсационных аппаратов / Балабудкин М. А. // Хим.-фарм. журнал. — 1981. — т. 15. № 1. — С. 100–105.
3. Промтов М. А. Методы расчета характеристик роторного импульсного аппарата. / М. А. Промтов, А. Ю. Степанов, А. В. Алешин. — М.: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. — 148 с.