

**COLLECTION OF RESEARCH PAPERS**

of the 6th International Research and Practical Conference

**CHEMICAL TECHNOLOGY:  
SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

VI Міжнародної науково-практичної конференції

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:  
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**



МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ



Фармак



ISSN 2786-4898

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Шосткинський інститут Сумського державного університету  
Центральний науково-дослідний інститут  
озброєння та військової техніки збройних сил України  
Публічне акціонерне товариство «Фармак»  
Управління освіти Шосткинської міської ради  
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

## COLLECTION OF RESEARCH PAPERS

of the 6th International Research and Practical Conference

### CHEMICAL TECHNOLOGY: SCIENCE, ECONOMY AND PRODUCTION



## ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

VI Міжнародної науково-практичної конференції  
**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ:  
НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО**

(м. Шостка, 23-25 листопада 2022 року)



Суми

Сумський Державний Університет

2022

УДК 66.01

Редакційна колегія:

Головний редактор Закусило Р.В., доцент кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н., доцент.

Заступник головного редактора Павленко О.В., ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.т.н.

Відповідальний секретар Скуба Ю.Г. фахівець кафедри економіки та управління Шосткинського інституту Сумського державного університету

Члени редакційної колегії:

Лукашов В.К. – професор кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, д.т.н., професор;

Тур О.М. – завідувач кафедри економіки та управління, к.е.н.;

Худолей Г.М. – завідувач кафедри системотехніки і інформаційних технологій, к.т.н.;

Бондар Н.Ю. – доцент кафедри економіки та управління, к.філ.н.;

Тимофіїв С.В. – ст. викладач кафедри хімічної технології високомолекулярних сполук, к.х.н.

Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», м. Шостка, 23 - 25 листопада 2022 року. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 267 с.

ISSN 2786-4898.

Збірник містить наукові праці учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво», що складаються з узагальнених матеріалів науково-дослідних робіт науковців різних галузей виробництв та наукових закладів України.

У збірнику висвітлюються актуальні питання спеціальної хімічної технології і виробництва боєприпасів, утилізації відходів виробництв різних галузей, енергозбереження, моделювання технологічних процесів, соціально-економічні аспекти виробництва та природокористування в умовах війни.

Збірник корисний робітникам хімічної промисловості, науковим співробітникам, аспірантам і студентам спеціальностей хіміко-технологічного та соціально-економічного профілів, фахівцям інформаційних технологій виробництва.

Наукові праці учасників конференції подаються в авторській редакції.

© Шосткинський інститут  
Сумського державного університету, 2022  
© Сумський державний університет, 2022

## **ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРНО-ЧАСОВИХ УМОВ ДИСПЕРГУВАННЯ ЛАКУ НА ФОРМУВАННЯ НІТРАТЦЕЛЮЛОЗНИХ ГРАНУЛ**

**Т.М. Шевцова, В.І. Серета**

Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка, Україна  
t.shevtsova@ishostka.sumdu.edu.ua

Технологія виробництва нітратів целюлози, заснована на лаковому способі гранулювання, знаходить все більш широке поширення. Процес гранулювання запобігає злежанню, полегшує дозування, а в разі отримання порохів – визначає їхні функціональні параметри.

Найбільш прогресивним способом гранулювання нітратів целюлози є лаковий спосіб. Він полягає у приготуванні розчину нітратів целюлози (лаку), диспергуванні його у водному середовищі з отриманням грубодисперсної емульсії, затвердіння дисперсної фази емульсії у результаті видалення з неї розчинника, відділення гранул, що утворилися, від дисперсного середовища та їх сушки [1,2].

Характеристики гранул (розмір, форма, щільність, структура), які отримуються за таких умов, визначаються процесами диспергування лаку в водному середовищі, та засновані на рецептурних та технологічних факторах, що підвищують коалесцентну та седиментаційну стійкість лакової частинки. Особливість диспергування лакових розчинів нітратів целюлози полягає в тому, що нітрата целюлози є високомолекулярними сполуками. В'язкість таких розчинів зазвичай набагато вища за в'язкість низькомолекулярних рідин. А оскільки розпаду крапель передують їх зсувна деформація, в даному випадку необхідно враховувати силу внутрішнього тертя, яка виникає в краплях. Можна припустити, що зі збільшенням розміру крапель така сила стає сумірною з іншими силами, які чинять опір дії дисперсійного середовища на краплі. За цих умов слід враховувати, що для концентрованих розчинів нітратів целюлози, як ньютонівських рідин, характерна складна залежність в'язкості від інтенсивності зсуву.

Виходячи з таких фізичних уявлень, можна зробити висновок, що основними чинниками, які впливають на процес диспергування та гранулоутворення, є: природа нітратів целюлози, інтенсивність перемішування дисперсійного середовища, характеристики лаку і дисперсійного середовища та температурно-часові показники.

Метою роботи є встановлення впливу температурно-часових умов диспергування лаку на процес утворення гранул.

Утворення порохових гранул під час перемішування механічною мішалкою відбувається в процесі диспергування лаку у водному середовищі і подальшого затвердіння крапель, що сформувалися. Розмір гранул, які утворюються, визначається розміром крапель, який вони мають у момент втрати плинності в результаті видалення розчинника (з урахуванням усадки під час затвердіння). Для управління процесом необхідно знати тривалість процесу формування крапель.

Експериментальні дослідження формування крапель в часі проводили під час диспергування у водному середовищі лаку на основі нітрата целюлози зі ступенем заміщення 2,32. Під час диспергування використовували пропелерну мішалку. Для стабілізації емульсії вводили водний розчин емульгатора і диспергування продовжували впродовж заданого часу. Проби утвореної емульсії відбирали

скляною пробовідбірною трубкою та фотографували під мікроскопом. Досліди проводили в порівняльних умовах за різної частоти обертання перемішуючого пристрою, концентрації лаку, температури емульсії та модулі емульсії (масового співвідношення дисперсійного середовища та лаку).

За закінченням диспергування здійснювали відгін органічного розчинника з дисперсійного середовища, в результаті чого він видалявся з дисперсної фази, а краплі лаку тверділи. Отримані гранули відділяли від дисперсійного середовища, сушили за температури  $T=70-75^{\circ}\text{C}$  до постійної ваги і розділяли за розмірами за допомогою набору сит із розмірами комірок сіток від 0,1 до 2,0 мм. За результатами ситового аналізу визначали середній еквівалентний діаметр гранул. Результати дослідження показали наступну якісну картину процесу диспергування лаку (рис. 1.1, 1.2, 1.3).

За модулю емульсії  $m > 1$  він проходить в кілька стадій. До початку перемішування лак і дисперсійне середовище знаходяться в розшарованому стані. З запуском мішалки шар лаку ділиться на частини довільної форми, які потім дробляться на краплі з утворенням грубо дисперсної емульсії типу "масло у воді". З продовженням перемішування краплі зменшуються і набувають форму, близьку до сферичної. Подальше розпорошення лаку практично не впливає на розмір крапель, що свідчить про його вихід на сталі значення. Час виходу крапель на сталий розмір порівняно невелике і залежить від умов диспергування. Експериментально встановлено, що за значеннях модуля емульсії, що наближаються до  $m = 1$ , утворюється зворотна емульсія «води в лаку», що не представляє інтересу для даного дослідження.

На рисунку 1.1 наведені мікрофотографії крапель в часі за різної частоти обертання мішалки (інші параметри були постійними і відповідно рівними  $z = 9\%$ ,  $m = 2$ ,  $k = 1,2\%$ ,  $r = 0$ , де  $c$  - концентрація лаку;  $m$  - модуль емульсії;  $k$  і  $r$  відповідно концентрація емульгатора та солі в дисперсійному середовищі).

З аналізу мікрофотографій випливає, що за малої частоти обертання мішалки ( $n = 200$  об / хв) час виходу крапель на сталий розмір становить 6 - 8 хвилин (рис. 1.1а). Зі збільшенням частоти обертання він зменшується. За  $n = 600$  об / хв (рис. 1.1в) вже в першу хвилину проглядається наявність крапель, а через 2 хвилини розмір крапель практично не змінюється. Величина усталеного розміру крапель з ростом числа обертів мішалки зменшується.

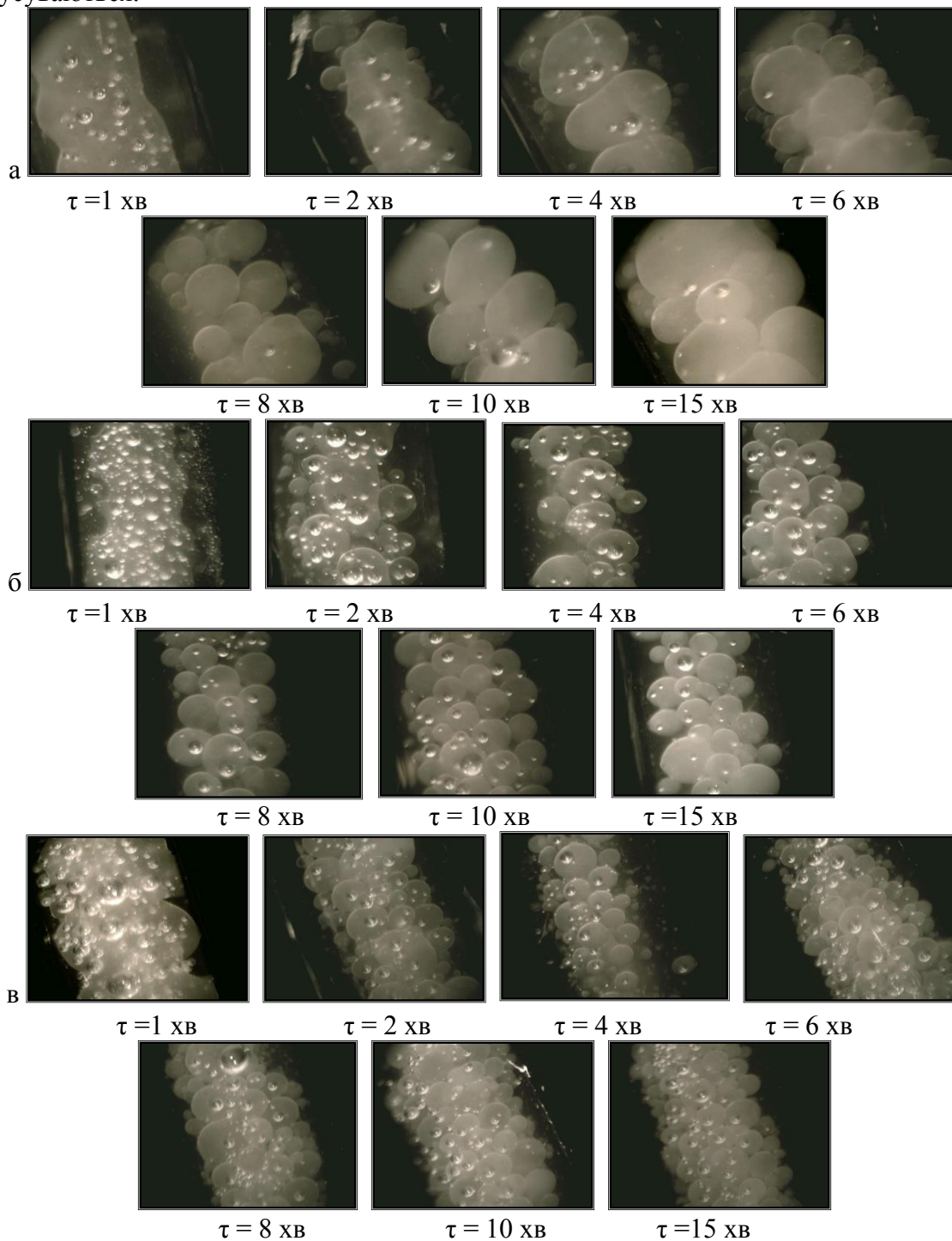
З рисунку 1.2 слідує, що концентрація лаку порівняно слабо впливає на час його диспергування (досліди проводили за  $m = 2$ ,  $k = 1,2\%$ ,  $r = 0$ ,  $n = 400$  об / хв). Більш того, має місце тенденція зменшення часу виходу крапель на сталий розмір зі збільшенням концентрації лаку, причому за  $c = 12\%$  (рис. 1.2в), на відміну від  $c = 6\%$  і  $c = 9\%$  (рис. 1.2а, рис. 1.2б), краплі виявляються на першій хвилині диспергування. Можна припустити, що це пов'язано зі складними реологічними процесами деформації і течії крапель розчину полімеру за умови їх дроблення.

Збільшення температури емульсії призводить до скорочення часу диспергування. За температури  $60^{\circ}\text{C}$  краплі лаку утворюються за час менше 1 хв.

Встановлено, що модуль емульсії за умови постійних інших параметрів практично не впливає на час диспергування лаку.

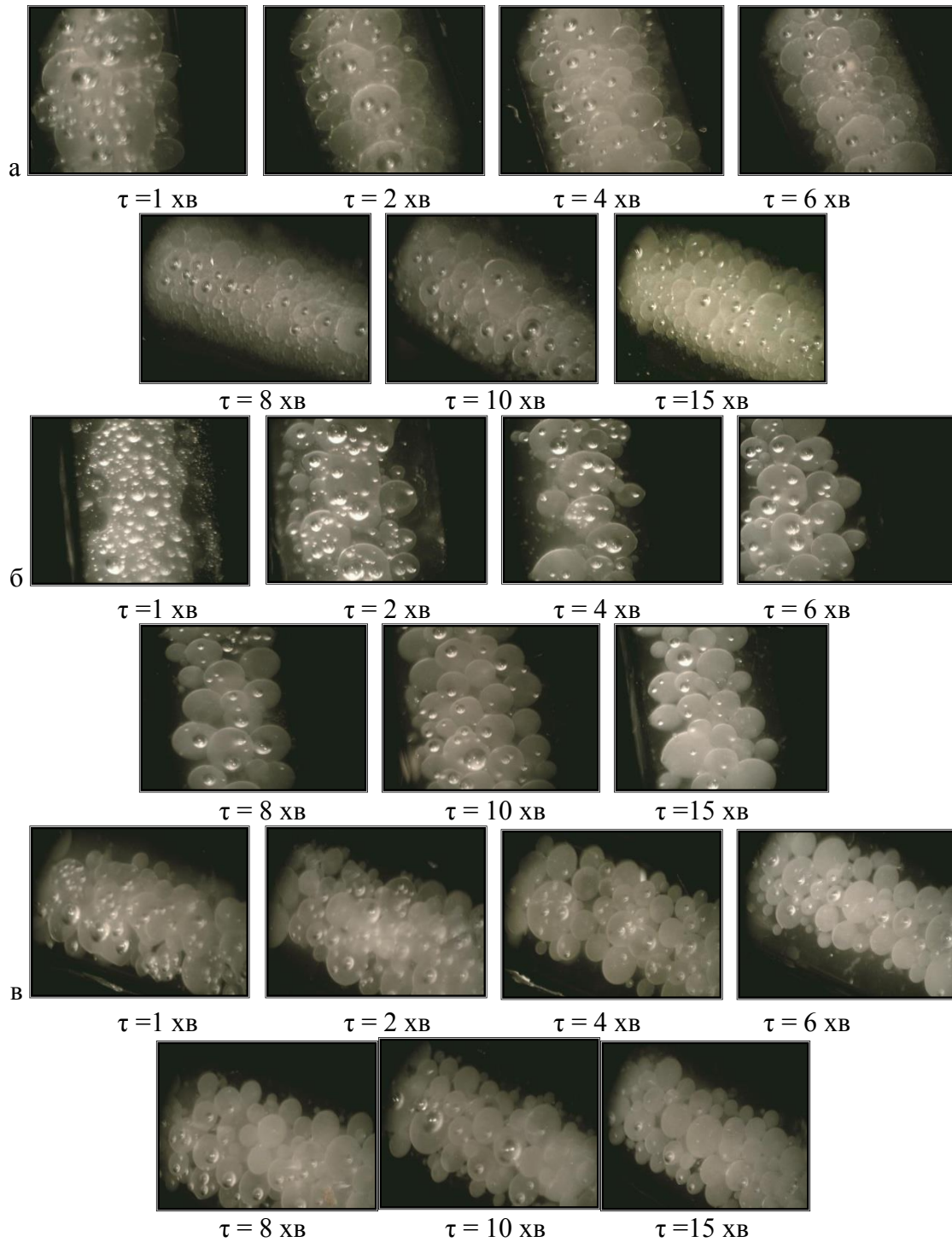
Аналіз наведеної на рисунках 1.1, 1.2, 1.3 фізичної картини диспергування лаку в водному середовищі також демонструє, що цей процес супроводжується утворенням в лаковій фазі великої кількості газових бульбашок, особливо на початковому етапі диспергування. За умови подальшого диспергування

бульбашки переходять у краплі. Очевидно, це явище пов'язане із захопленням лаком повітря на початку роботи мішалки. Під час подальшого перемішування емульсії кількість бульбашок в краплях лаку зменшується. Їх кількість зменшується також зі зменшенням частоти обертання мішалки, збільшенням вихідної концентрації лаку і температури емульсії, але повністю вони не усуваються.



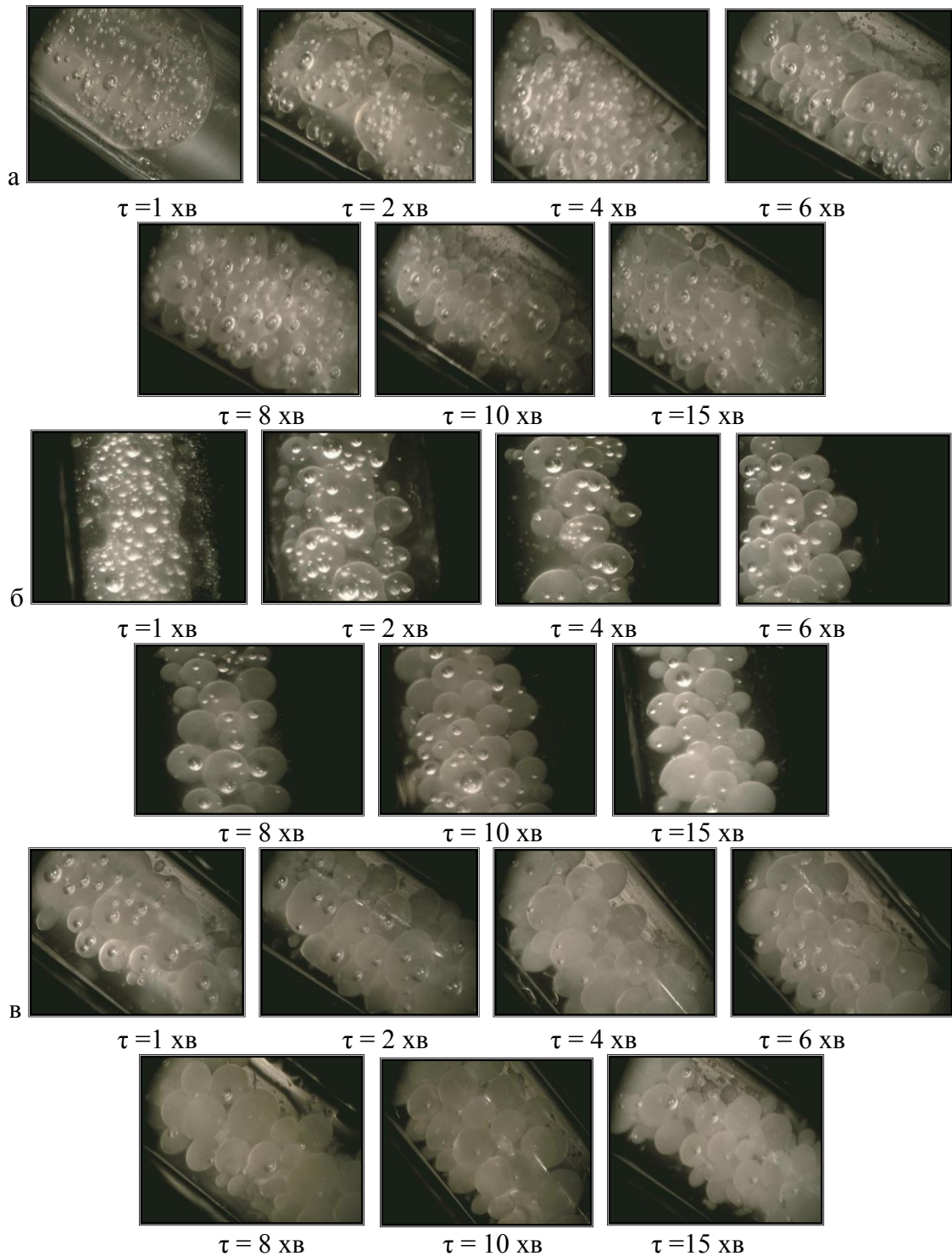
а - 200 об / хв; б - 400 об / хв; в - 600 об / хв.

Рисунок 1.1 Формування крапель лаку в часі за різної частоти обертання мішалки



а - з = 6%; б - з = 9%; в - з = 12%.

Рисунок 1.2. Формування крапель лаку в часі за різної концентрації лаку



а -  $t_{ем} = 20$  °С; б -  $t_{ем} = 40$  °С; в -  $t_{ем} = 60$  °С.

Рисунок 1.3 Формування крапель лаку в часі за різної температури емульсії  
Дані щодо визначення розміру готових гранул, отриманих лаковим способом, показують (рис. 1.4), що час попереднього диспергування лаку (до відгону розчинника) визначає цей розмір, якщо він не перевищує 20 хвилин. Подальше попереднє диспергування лаку не впливає на розмір готових гранул.



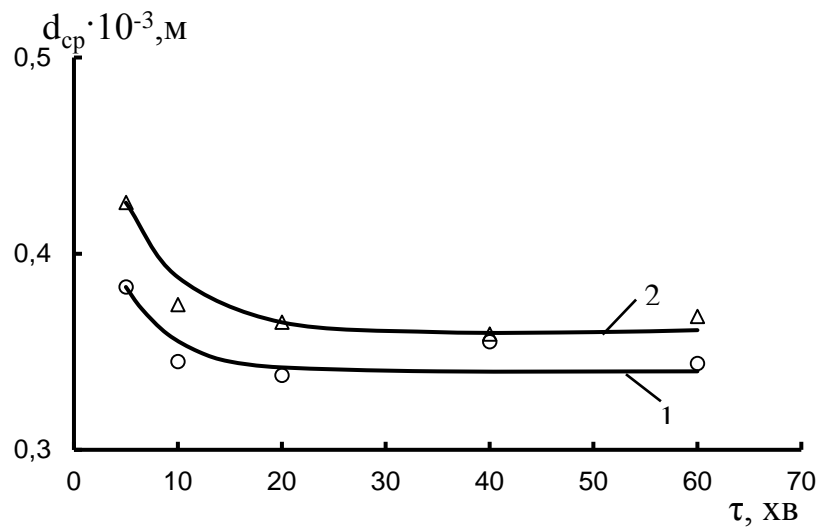


Рисунок 1.4 Вплив часу диспергування лаку на середній діаметр готових гранул  
Висновки:

Встановлені закономірності диспергування можуть бути рекомендовані як режимні параметри для подальших досліджень процесу гранулювання нітратів целюлози лаковим способом.

#### Список літературних джерел

1. Реутов В.В., Гайфуллин М.Р., Староверов В.А. и др. Разработка эмульсионной технологии получения пироксилиновых порохов на основе льняной целлюлозы./Комплексная утилизация обычных видов боеприпасов: Сб.допл. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2005. – с.182.
2. Пат США № 3824108, МПК С08В 21/12.