

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного



ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

**Науковий вісник**  
Таврійського державного агротехнологічного університету



*Випуск 13, том 2*

Електронне наукове фахове видання

Запоріжжя – 2023 р.

**УДК 60/68(08)**

**T 13**

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету:  
електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М.  
Кюрчев. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. – Вип. 13, том 2. – 424 с.

**ISSN 2220-8674**

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,  
Протокол № 10 від 21 квітня 2023 р.

Представлені результати наукових досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

**Реферативні бази:** Crossref, Google Scholar, AGRIS, НБУ ім. В. І. Вернадського.

**Редакційна колегія:**

**Головний редактор**

Кюрчев В. М. чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

**Заступник головного редактора**

Надикто В. Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)

**Відповідальний секретар**

Волошина А. А. – д.т.н., проф. (Україна)

**Технічний секретар**

Погорельцева Д. О. (Україна)

Євлаш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Журавель Д. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Кувачов В. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Кузнецов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кюрчев С. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисенко В. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисенко О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)

Ломейко О. П. – к.т.н., доц. (Україна)

Лубко Д. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Мірошник О. О. – д.т.н., професор (Україна)

Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Пріс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Самойчук К. О. – д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. Є. – д.т.н., проф. (Україна)

Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)

Скляр Р. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Тітова О. А. – д.пед.н., проф. (Україна)

Холодник Ю. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Ялпачик В. Ф. – д.т.н., проф. (Україна)

Beloev Hristo – Dr., professor (Bulgaria)

Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)

Olt Jüri – PhD, professor (Eesti)

Pascuzzi Simone – Associate Professor (Italia)

Pavol Findura – PhD, professor (Slovakia)

Szafraniec Andrzej – Dr., professor (Poland)

Qawaqzeh Mohamed – PhD (Jordan)

Вершков О. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Гавриленко Є. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Галько С. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Дідур В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

**Відповідальний за випуск - к.т.н., професор Скляр О. Г.**

**Адреса редакції ТДАТУ:**

*Юридична:*

пр. Б. Хмельницького 18,  
м. Мелітополь, Запорізька обл.  
72312 Україна

*Фактична:*

вул. Жуковського, 66,  
м. Запоріжжя, Запорізька обл.  
69600, Україна



## ЗМІСТ ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

<i>Журавель Д. П., Бондар А. М., Дашивець Г. І.</i>	1
Обґрунтування діагностичних параметрів рульового керування транспортного засобу під час технічного обслуговування	
<i>Кюрчев С. В., Самойчук К. О., Ломейко О. П.</i>	2
Методика розробки експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора молока	
<i>Сушко С. Л., Чижиков І. О.</i>	3
Використання методології фітомоніторингу як засобу управління вегетаційними поливами кісточкових плодкових культур	
<i>Курка В. П., Ліннік А. Ю., Кирик О. М.</i>	4
Експериментальні дослідження показників роботи очисника голівок коренеплодів вертикально роторного типу	
<i>Кепко О. І.</i>	5
Методика розрахунку замкнутої системи опалення та вентиляції теплиць	
<i>Дідур В. В., Петриченко Є. А., Леценко І. А.</i>	6
Реологічні властивості мезги насіння сафлора та їх вплив на процес віджиму олії в гвинтовому пресі	
<i>Фучаджи Н. О., Ковальов О. О., Паляничка Н. О., Червоткіна О. О.</i>	7
Напрямки вдосконалення конструкцій сучасних обрушувальних машин	
<i>Алфьоров О. І., Савченко В. Б., Свіргун О. А.</i>	8
Оцінювання показників надійності на основі результатів випробувань на стендах та в експлуатації	
<i>Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С.</i>	9
Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва	
<i>Погорілий С. П., Присяжний В. Г., Мірний В. Ю.</i>	10
Обґрунтування параметрів навісного пристрою мобільного енергетичного засобу типу “автотрактор” тягового класу 1,4	
<i>Л. В. Фіалковська</i>	11



## Очищення повітря у закладах ресторанного господарства

*Deynichenko G., Dmytrevskiy D., Guzenko V., Omelchenko O., Perekrest V.* 12

Prospects of using equipment for membrane separation of food liquids

*Самойчук К. О., Ковальов О. О., Червоткіна О. О.* 13

Порівняння енергоефективності струминних гомогенізаторів молока з роздільною подачею вершків

*Червоткіна О. О., Фучаджи Н. О., Ковальов О. О., Паляничка Н. О., Матвійшин П. В.* 14

Аналіз методів отримання гранул і засобів для їх реалізації

*Лещенко І. А., Шокарев О. М., В'юник О. В.* 15

Аналіз існуючих математичних моделей процесу пресування

*Тетервак І. Р.* 16

Проблема наявності патогенів у компості

**ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ**

*Василишина О. В.* 17

Економічна ефективність заморожування плодів вишні попередньо оброблених альгінатом натрію

*Антоненко А. В., Бровенко Т. В., Криворучко М. Ю., Толок Г. А., Василенко О. В., Ряднина Ю. О.* 18

Технологія лаваша з використанням борошна з кіноа

*Бандура І. І., Ткаченко А. Г.* 19

Оцінка морфологічних особливостей плодових тіл їстівних грибів *lentinula edodes* та *calocybe indica* як об'єктів зберігання

*Янковський Р. В., Степанова Т. М.* 20

Актуальні засади технології снекової продукції функціонального спрямування

*Савченко-Перерва М. Ю., Сабадаш С. М., Кошель О. Ю.* 21

Підвищення показників якості січених виробів із птиці, збагачених на культивовану грибну сировину з використанням сушильного обладнання



- Новікова Н. В., Шумілова К. С.* 22  
Розробка функціонального субпродуктового паштету
- Новікова Н. В., Ангелуша А. В.* 23  
Оптимізація технології кондитерських виробів з підвищеним вмістом білків
- Дубчак Н. А.* 24  
Експериментальні дослідження та агробіологічні характеристики коренеплодів
- Мамай О. І., Кузьміна Т. О., Яковенко Т. О., Стоянова О. В.,  
Зубкова К. В.* 25  
Технологія переробки вторинної сировини виноробства
- Болгова Н. В., Тараненко Н. В.* 26  
Аналіз використання борошна кіноа сорту квартет в технології виробів макаронних
- Дубчак Н. А., Кирик О. М.* 27  
Застосування біотехнології у сільськогосподарському виробництві
- Самілик М. М., Цирулик Р. В., Вороненко Н. І.* 28  
Застосування морквяних порошків для збагачення молочних продуктів
- Ряполова І. О., Назаренко А. А.* 29  
Оцінка небезпечних чинників при переробці забійних тварин
- Сукманов В. О., Супрун А. В.* 30  
Технологія отримання пшеничного хліба з екстрактом лушпиння цибулі та оцінка його споживчих властивостей
- Сукманов В. О., Мулько І. С.* 31  
Обґрунтування вибору білкової рослинної сировини для розробки сирного продукту
- Fedorov V., Kepko O., Kepko V., A. Berezovskyi, O. Trus, Prokopenko E.,  
Zhurilo S.* 32  
Study of technological and commercial indicators of oriental types of flatbread during backing in a tandoor



## ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

- Попова І. О., Чаусов С. В.* 33  
Побудова розрахункової схеми транзисторного негатрону аналога лямбда-діода на польових транзисторах
- Радчук О. В., Савченко-Перерва М. Ю.* 34  
Автоматизована система керування апаратами для екстрагування рослинної сировини субкритичною рідиною
- Постол Ю. О., Гулевський В. Б., Власой І. Д.* 35  
Енергетичне трансформування України – інтегрована реалізація державної політики
- Галько С. В., Трунова І. М., Мірошник О. О.* 36  
Розробка системи енергозабезпечення домогосподарств на основі малопотужного вітроелектрогенератора
- Трунова І. М., Мірошник О. О., Галько С. В.* 37  
Дослідження енергоефективності систем мікроклімату тваринницьких приміщень з використанням комп'ютерних технологій
- Юрченко О. Ю., Лівенко Т. І., Матвєєв О. М., Беркут Р. Є., Бугайов В. Г.* 38  
Технологія ремонту електродвигунів різного призначення
- Сердюк В. В., Руденко В. А., Соларьов О. О., Саржанов О. А., Саєнко А. В.* 39  
Енергозбереження при подрібненні зерна

## КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

- Азархов О. Ю., Сілі І. І., Єфременко Б. В.* 40  
Електронна системи виміру деформацій пілону протезних систем
- Лубко Д. В.* 41  
Використання програмного середовища sap erp для створення моделі управління роботою ремонтно-механічних цехів на підприємствах



*Антоненко А. В., Сорочинський О. О.*

42

Моделювання приватного мережево-серверного середовища з використанням технології OpenNebula





DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-2

УДК 637.134

С. В. Кюрчев, д.т.н.,

ORCID: 0000-0001-6512-8118

К. О. Самойчук, д.т.н.,

ORCID: 0000-0002-3423-3510

О. П. Ломейко, к.т.н.

ORCID: 0000-0001-7407-545X

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

e-mail: kyrylo.samoichuk@tsatu.edu.ua, тел.: 097-880-54-85

## МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗРАЗКА ПУЛЬСАЦІЙНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

*Анотація.* Для розробки нових типів гомогенізаторів, їх досліджень та визначення теорій диспергування й гомогенізації важливим етапом є розробка експериментального зразка дослідного гомогенізатора. Тому мета даної статті – розробити методику створення експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора, придатну для проведення експериментальних досліджень процесу пульсаційної гомогенізації молока. Така методика необхідна дослідникам на етапі планування експериментальних досліджень процесів диспергування та гомогенізації. В результаті проведених досліджень показана методика та етапи створення експериментального зразку пульсаційного гомогенізатора молока, який необхідний для проведення досліджень процесу пульсаційної гомогенізації. Приведена схема експериментального зразку пульсаційного гомогенізатора молока, описано принцип роботи установки, обґрунтовано програму проведення експериментальних досліджень. Показана методика розрахунків техніко-економічних показників експериментального зразку пульсаційного гомогенізатора, та розрахунку основних показників стандартизації та уніфікації об'єкта.

*Ключові слова:* гомогенізація, диспергування молока, емульсія, дисперсність, експериментальний зразок, гомогенізатор

*Постановка проблеми.* Процес отримання дрібнодисперсних емульсій шляхом гомогенізації широко розповсюджений в сільському господарстві, хімічній, переробній, харчовій та інших галузях промисловості. Гомогенізація дозволяє запобігти розшаруванню в процесі зберігання таких харчових продуктів як: питне молоко і вершки, яєчні меланжі та суміші на їх основі; згущене молоко комбінованого складу; суміші для морозива; майонез, маргарин,





кетчуп, суміші для відгодовування телят та ін [1]. Гомогенізація жирових часток до мікроскопічних розмірів підвищує харчову цінність молока, а також покращує його сенсорно-смакові властивості, значно зменшує втрати цінного компонента молока – молочного жиру. Однак, апарати, які використовуються для їх проведення мають ряд суттєвих недоліків і не відповідають сучасним вимогам якості та енергозбереження. Наприклад, найбільш розповсюджені – клапанні гомогенізатори мають питомі енерговитрати до 9 кВт год/т [2, 3]. Розрахунки показують, що при зниженні питомої енергоємності до 1,5–2 кВт·год/т при об'ємах виробництва наприклад молочної продукції в Україні на рівні минулого року, економія тільки електроенергії складе не менше 24 млн. грн.

При аналізі наукових робіт щодо механізмів гомогенізації вчених Drankhar P., Innings F., Glawdel T., Liu C., Håkansson A., Promtov M. A., Барановського Н. В., Орешіної М. М., Фіалкової Є. О., та ін. виділено більше 6 основних гіпотез подрібнення дисперсної фази, які протиставляються одна одній. Узагальнення результатів досліджень механізмів руйнування жирових часток у гомогенізаторах, дало підставу стверджувати, що визначальна роль в цьому процесі належить різниці швидкості між жировою кулькою та оточуючою плазмою [4, 5]. Однак для визначення швидкості ковзання жирової кульки, що є ключовою змінною по Веберу, застосовуються ряд перетворень показнику швидкості потоку, що істотно спотворює результати досліджень, і робить їх неуніверсальними для використання в гомогенізаторах різного типу.

Для розробки нових типів гомогенізаторів, їх досліджень та визначення теорій диспергування та гомогенізації важливим етапом є розробка експериментального зразка дослідного гомогенізатора. В даний час практично відсутні дані, щодо методики розробки експериментальних дослідних установок гомогенізаторів. В літературі приводяться фотографії та схеми установок, які використовуються в дослідженнях [4-6]. Але автори цих робіт не описують порядок та методику створення експериментальних гомогенізаторів.

*Аналіз останніх досліджень.* Одним з найбільш перспективних методів руйнування жирових кульок молока є імпульсно-пульсаційні високоінтенсивні впливи на гідродинамічне середовище (емульсію). Прикладом конструкції, що реалізує такий метод, є пульсаційний гомогенізатор. В ньому емульсія утворюється завдяки зворотно-поступальному руху поршня [7, 8]. Зазвичай поршні виконані у вигляді пластин або дисків з отворами, закріплених на вертикальних штангах, які здійснюють зворотно-поступальні рухи. Рух поршня-ударника вниз або вгору спричиняє рух дисперсійної фази зі швидкістю  $v_{пл}$ , яка обтікає жирову кульку, що рухається в протилежному напрямку за

рахунок сили інерції  $F_i$  (рисунок 1).

Модель дроблення жирових часток гідравлічними збуреннями базується на гіпотезі, що дисперсійне середовище захоплює в рух жирову частку і з урахуванням цього формується відносний рух середовища і частки. Виділена істотна роль прискорення жирової кульки [9, 10].

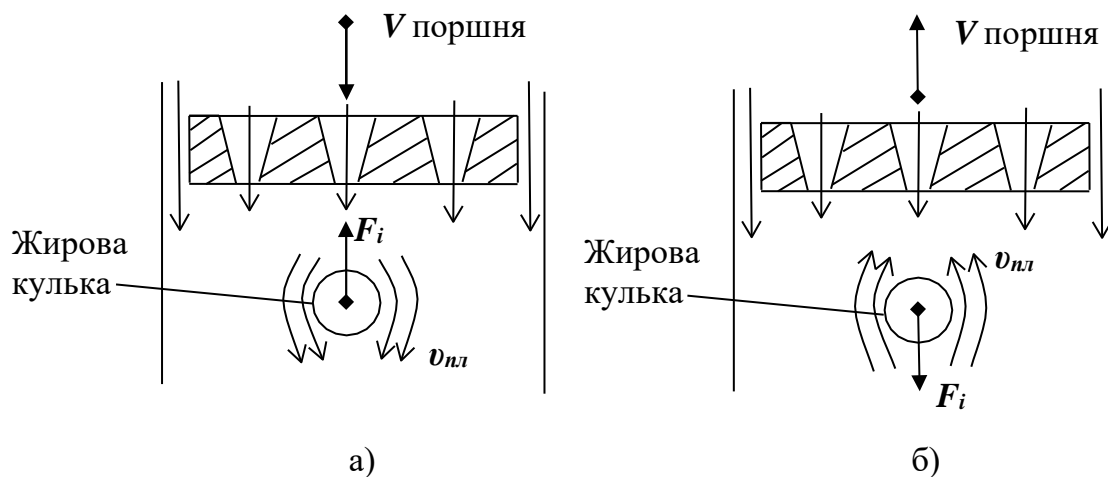


Рисунок 1. Схема виникнення сил інерції при імпульсній гомогенізації при русі поршня-ударника: а) вниз; б) ввєрх.

Експериментальний зразок пульсаційного гомогенізатора призначено для проведення експериментальних досліджень процесу гомогенізації молока. Областю застосування експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора є експериментальні дослідження, що проводять для знаходження оптимальних параметрів гомогенізатора (конструктивних, технологічних та енергетичних).

Продуктом, що обробляється в експериментальному зразку пульсаційного гомогенізатора є молоко. Воно має відповідати умовам ДСТУ 8553:2015 «Молоко-сировина та вершки-сировина. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання».

В перспективі, використання пульсаційного гомогенізатора з незначним доопрацюванням дозволить створювати емульсії та суспензії, у тому числі шляхом змішування різних компонентів та може бути застосований в технологічній лінії для виробництва таких харчових продуктів як: питне молоко і вершки, яєчні меланжі та суміші на їх основі; згущене молоко комбінованого складу; суміші для морозива; майонез, маргарин, кетчуп, суміші для відгодовування телят та ін. [11, 12].

До основних характеристик, які відіграють найбільш важливу роль при виборі типу гомогенізатора відносять: продуктивність, ступінь диспергування та питомі енерговитрати на процес. Таким чином, доцільно проводити порівняльну характеристику експериментального



зразка пульсаційного гомогенізатора з найбільш перспективними типами гомогенізаторів по даним показникам (таблиця 1.1) [13, 14].

Таблиця 1

Порівняльна характеристика різних типів гомогенізаторів

Тип гомогенізатора	Продуктивність, т/год	Мінімальний діаметр часток після гомогенізації, мкм	Питомі енерговитрати, кВт·год/т
Клапанний А1-ОГ2М-2,5	2,5	0,75	7,2
Клапанний, Rannie R37 45.81	4,7	0,75	6,5
Сопловий, ОГВ	1	1,0	4,4
Ультразвуковий (магнітострикційний)	0,3	0,8	13,3
Пульсаційний гомогенізатор	2,5	0,8	1,1

Порівняльна характеристика найбільш перспективних видів гомогенізаторів показує, що експериментальний зразок пульсаційного гомогенізатора молока забезпечує ступінь диспергування молочного жиру на рівні найкращих видів гомогенізаторів та має в 6–8 разів менші питомі енерговитрати.

*Формулювання мети статті.* Мета даної статті – розробити методику створення експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора, придатний для проведення експериментальних досліджень процесу пульсаційної гомогенізації молока. Така методика необхідна дослідникам на етапі планування експериментальних досліджень процесів диспергування та гомогенізації.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- визначити вихідні дані та умови до експериментального зразка;
- описати конструкцію та принцип дії експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора;
- розробити схеми та креслення пульсаційного гомогенізатора;
- провести необхідні розрахунки створеної експериментальної установки.

*Основна частина.* Відповідно до технічного завдання на виконання науково-технічної роботи технічні характеристики пульсаційного гомогенізатора мають становити [15, 16]:

- ступінь зниження питомих енерговитрат не менше ніж 60% у порівнянні з клапанними гомогенізаторами типу Rannie/Gaulin



відповідної продуктивності;

– середній діаметр жирових кульок молока після гомогенізації – не більше 1,0 мкм;

– габаритні розміри та маса – не більше ніж у клапанних гомогенізаторів типу Rannie/Gaulin відповідної продуктивності;

– продуктивність 0,5 – 5 т/год;

– питомі енерговитрати – не більше 2,0 кВт·год/т.

До обладнання харчової промисловості висувають додаткові вимоги безпеки продукту, що піддається обробці в установці. Молочні продукти, що пройшло цикл обробки в експериментальному зразку пульсаційного гомогенізатора, що розробляється, має відповідати вимогам ДСТУ 8553:2015: Молоко-сировина та вершки-сировина.

Експериментальний зразок пульсаційного гомогенізатора молока складається з ємностей для подачі молока у гомогенізатор і накопичення обробленого молока, насоса подачі молока, вентиля і робочої циліндричної прозорої камери імпульсного гомогенізатора, всередині якого розташований поршень з отворами. Поршень приводиться в коливальні рухи приводом, який складається з електродвигуна з електричним регулятором частоти обертання валу та кривошипного механізму з можливістю регулювання радіусу кривошипу [17, 18].

Схема зразка пульсаційного гомогенізатора для проведення експериментальних досліджень представлена на рисунку 2.

Пристрій працює таким чином. В ємність 1 заливається незбиране молоко, підігріте до необхідної температури, звідки насосом 2 воно подається у камеру гомогенізатора 4 через вентиль 3, який служить для регулювання подачі продукту. При коливальних рухах поршня 5 відбувається диспергування жирової фази молока, після чого оброблений продукт зливається в ємність 7 [19, 20].

Основною задачею проведення експериментальних досліджень є: обґрунтування параметрів та режимів роботи експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора для отримання необхідної за технологічними вимогами дисперсності молочної емульсії при мінімальних енерговитратах [21 - 24].

За цією метою проводилась перевірка, уточнення і за необхідності коригування отриманих аналітично даних [25].

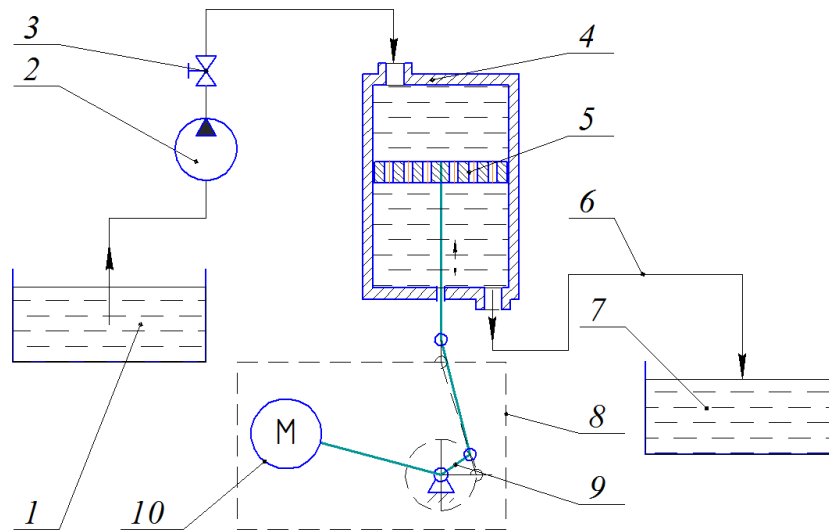
Розроблений кресленик загального виду експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора. Розроблена експериментальна установка дає можливість регулювати:

– подачу молока у камеру гомогенізатора;

– частоту коливань поршня;

– амплітуду коливань поршня;

– матеріал поршня і його товщину;



1, 7 – технологічні ємності відповідно для подачі та збирання молока; 2 – насос; 3 – вентиль; 4 – робоча камера гомогенізатора; 5 – поршень; 6 – трубопроводи; 8 – привід руху робочого органу; 9 – кривошипний механізм з регулятором амплітуди; 10 – електродвигун з електричним регулятором частоти обертання валу.

Рисунок 2. Схема експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора молока:

– кількість, діаметр, розташування і форму отворів поршня.

Електромісткість процесу гомогенізації клапанного гомогенізатора перевищує електромісткість процесу гомогенізації пульсаційного гомогенізатора в 6,1 разів або 6,572 кВт·год/т:

$$\frac{7,2}{e_m} = \frac{1,06}{1,06} = 6,1. \quad (1)$$

$$E_{em} = 7,2 - 1,06 = 6,14 \text{ кВт·год/т.}$$

При 2040 годинах річного фонд робочого часу обладнання загальна сума економії витрат на електроенергію становитиме:

$$E_{el} = E_{em} \cdot T_p \cdot \Pi_o \cdot \Psi_{el}, \quad (2)$$

де  $E_{el}$  – економія електроенергії, кВт·год/т;

$T_p$  – фонд робочого часу обладнання, год.;

$\Pi_o$  – продуктивність обладнання, т/год.

$\Psi_{el}$  – ціна однієї кВт·год. електроенергії, грн.

$$E_{el} = 6,14 \cdot 2040 \cdot 0,5 \cdot 4,393248 = 27514,03 \text{ грн.}$$

Питомі експлуатаційні витрати при проведенні експериментів з



пульсаційним гомогенізатором визначаються як сума питомих витрат на електроенергію, оплату праці та амортизацію [26]:

$$EB_n = E_n + ОП_n + A_n, \quad (3)$$

де  $EB_n$  – питомі експлуатаційні витрати всього, грн/т;

$E_n$  – питомі витрати електроенергії, грн/т;

$ОП_n$  – питома оплата праці, грн/т;

$A_n$  – амортизація питома, грн/т.

$$ОП_n = \frac{ОП_{міс}}{РЧ_{міс}}, \quad (4)$$

$$ОП_n = \frac{13350,0625}{170} = 95,81 \text{ грн/год.}$$

де  $ОП_{міс}$  – оплата праці за місяць, з нарахуваннями, грн;

$РЧ_{міс}$  – робочий час за місяць, год.

$$ОП_{міс} = 9287 \cdot 1,15 \cdot 1,25 \cdot 1,22 = 13350,0625 \text{ грн.}$$

$$A_n = \frac{A_{рік}}{T_p \cdot П_o}, \quad (5)$$

$$A_n = \frac{10723,4}{1020} = 5,26 \text{ грн / т ,}$$

де  $A_{рік}$  – амортизація за рік, грн.

$$A_{рік} = \frac{\Phi_{осн}}{T_e}, \quad (6)$$

де  $\Phi_{осн}$  – вартість експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора, грн;

$T_e$  – термін експлуатації експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора, років.

$$A_{рік} = \frac{53617}{5} = 10723,4 \text{ грн.}$$

$$EB_n = E_n + ОП_n + A_n = 4,66 + 95,81 + 5,26 = 201,53 \text{ грн/т.}$$

Таким чином, розроблена експериментальна установка у порівнянні з клапанною (найбільш розповсюдженою) гомогенізацією дозволяє отримати загальну економію в розмірі більше 201 грн/т.

Вихідними даними для визначення рівня стандартизації та уніфікації є перелік складових частин експериментального зразка



пульсаційного гомогенізатора.

Коефіцієнт застосовності визначається як відношення кількості типорозмірів складових частин у виробу до загальної кількості типорозмірів складових частин у виробу у відсотках

$$K_{np} = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100\%, \quad (7)$$

де  $n$  – загальна кількість типорозмірів складових частин у виробі;

$n_0$  – кількість оригінальних типорозмірів складових частин у виробі

$$K_{np} = \frac{29 - 16}{29} \cdot 100\% = 44,8\%.$$

Коефіцієнт повторюваності визначається як відношення складових частин виробу, що повторюються до загальної кількості складових частин виробу

$$K_n = \frac{N - n}{N - 1} \cdot 100\%, \quad (8)$$

де  $N$  – загальна кількість складових частин виробу.

$$K_n = \frac{88 - 29}{88 - 1} \cdot 100\% = 67,82\%.$$

В результаті розрахунку визначено коефіцієнт застосовності  $K_{np} = 44,8\%$  та коефіцієнт повторюваності  $K_n = 67,82\%$ . Отримані показники дозволяють зробити висновок про достатню насиченість виробу складовими частинами, що повторюються та досить високий рівень повторюваності складових частин у складі експериментального зразку пульсаційного гомогенізатора.

*Висновки.* В результаті проведених досліджень показана методика та етапи створення експериментального зразку пульсаційного гомогенізатора молока, який необхідний для проведення досліджень процесу пульсаційної гомогенізації.

Приведена схема експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора молока, описано принцип роботи установки, обґрунтовано програму проведення експериментальних досліджень, Показана методика розрахунків техніко-економічних показників експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора, та розраховано, що розроблена експериментальна установка у порівнянні з найбільш розповсюдженою клапанною гомогенізацією дозволяє отримати загальну економію в розмірі 201 грн/т.

Наведена методика розрахунку основних показників стандартизації та уніфікації експериментального зразка пульсаційного гомогенізатора. В результаті розрахунку визначено коефіцієнт застосовності  $K_{np} = 44,8\%$  та коефіцієнт повторюваності  $K_n = 67,82\%$ . Отримані показники дозволяють зробити висновок про досить високий





рівень повторюваності складових частин у складі експериментального зразку пульсаційного гомогенізатора.

#### Список використаних джерел

1. Дейниченко Г. В., Самойчук К. О., Івженко А. О., Левченко Л. В. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молочної промисловості. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2016. Вип. 1, т.1. С. 9–15.
2. Дейниченко Г. В., Самойчук К. О., Левченко Л. В. Аналітичні дослідження енерговитрат пульсаційного гомогенізатора молока. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2016. Вип. 1 (23). С. 170–181.
3. Дейниченко Г. В., Самойчук К. О., Левченко Л. В. Ефективність гомогенізації молока у пульсаційному гомогенізаторі. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. №1 (84). С. 116–121.
4. Протитечійно-струминна гомогенізація молока: монографія / Г. В. Дейниченко, К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев та ін.. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2017. 188 с.
5. Дейниченко Г. В., Самойчук К. О., Левченко Л. В. Теоретичні дослідження пульсаційної гомогенізації молока. *Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: матеріали другої міжнар. наук.–практ. конф., 5–7 вер. 2017 р.* Харків, 2017. С. 42–43.
6. Кравців Р. И., Кравців В. І., Островський Я. Ю. Молоко і молочні продукти. Львів: ЛА Піраміда, 2001. 310 с.
7. Нужин Е. В., Гладушняк А. К. Гомогенизация и гомогенизаторы: монография. Одесса: Печатный дом, 2007. 264 с.
8. Паляничка Н. О., Антонова Г. В. Експериментальні дослідження впливу основних факторів на ступінь гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16, т.1. С. 21–28.
9. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / К. О. Самойчук та ін. Київ : ПрофКнига, 2020. 428 с.
10. Самойчук К. О., Паляничка Н. П., Верхоланцева В. О., Левченко Л. В. Методика розрахунку потужності пульсаційного гомогенізатора молока. *Modern methods, innovations and experience of practical application in the field of technical sciences: Conference*



*proceedings: international research and practice conference, 27–28grudzień 2017 р. Lublin, 2017. С. 176– 179.*

11. Монтаж експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств. Навчальний посібник: практикум / В. Ф. Ялпачик, О. П. Ломейко, В. Г. Циб та ін. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014. 235 с.

12. Розрахунки обладнання харчових виробництв: навч. посібник / В. Ф. Ялпачик, С. Ф. Буденко, Ф. Ю. Ялпачик та ін. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014. 264 с.

13. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: лабораторний практикум / В. Ф. Ялпачик, Н. П. Загорко, Н. О. Паляничка та ін. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 274 с.

14. Di Marzo L., Cree P., Barbano D. M. Prediction of fat globule particle size in homogenized milk using Fourier transform mid-infrared spectra. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99(11). No 8549-8560 <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11284>.

15. Dhankhar P. Homogenization fundamentals. *IOSR Journal of Engineerin*. 2014. Vol. 4(5). P. 1-8. <https://doi.org/10.9790/3021-04540108>.

16. Huppertz T. Homogenization of Milk Other Types of Homogenizer (High-Speed Mixing, Ultrasonics, Microfluidizers, Membrane Emulsification). In *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA. 2011. P. 761–764. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00226-0>.

17. Ciron C., Gee V., Kelly A., Auty M. Comparison of the effects of high-pressure microfluidization and conventional homogenization of milk on particle size, water retention and texture of non-fat and low-fat yoghurts. *Int. Dairy J.* 2010. Vol. 20. P. 314–320. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2009.11.018>.

18. Håkansson A., Fuchs L., Innings F., Revstedt J., Trägårdh C., Bergenståhl B. Velocity measurements of turbulent two-phase flow in a high-pressure homogenizer model. *Chem. Eng. Commun.* 2013. Vol. 200. P. 93– 114. <https://doi.org/10.1080/00986445.2012.691921>.

19. Yong A., Islam M., Hasan N. The Effect of pH and High-Pressure Homogenization on Droplet Size. *Sigma J. Eng. Nat. Sci.* 2017. Vol. 35. P. 1–22. <https://doi.org/10.26776/IJEMM.02.04.2017.05>.

20. Wang X., Wang Y., Li F., Li L., Ge X., Zhang S., Qiu T. Scale-up of microreactor: Effects of hydrodynamic diameter on liquid–liquid flow



and mass transfer. *Chem. Eng. Sci.* 2020. Vol. 226. No 115838. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2020.115838>.

21. Valencia Flores D., Hernández Herrero M., Guamis B., Ferragut V. Comparing the Effects of Ultra High Pressure Homogenization and Conventional Thermal Treatments on the Microbiological, Phys, and Chem Quality of Almond Beverages. *J. Food Sci.* 2013. Vol. 78. P. 199–205. [https://doi.org/10.1111/1750\\_3841.12029](https://doi.org/10.1111/1750_3841.12029).

22. Acharyaa S., Mishrab V., Patelc J. Enhancing the mixing process of two miscible fluids: A review. *AIP Conference Proceedings.* 2021. T. 2341. No 030025. <https://doi.org/10.1063/5.0051818>.

23. Thomas S., Ameal T., Guilkey J. Mixing kinematics of moderate Reynolds number flows in a T-channel. *Phys. Fluids.* 2010. Vol. 22. No 031601. <https://doi.org/10.1063/1.3283063>.

24. Haponiuk E., Zander L., Probola G. Effect of the homogenization process on the rheological properties of food emulsions. *Pol. J. Nat. Sci.* 2015. Vol. 30. P. 149–158.

25. Rayner M., Dejmek P. Engineering Aspects of Emulsification and Homogenization in the Food Industry; CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK, 2015; p. 322. <https://doi.org/10.1201/b18436>.

26. Morales J., Watts A., McConville J. Mechanical particle-size reduction techniques. *AAPS Adv. Pharm. Sci.* 2016. Vol. 22. P.165–213. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42609-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42609-9_4).

*Дослідження виконано в рамках науково-технічної роботи "Розроблення технології переробки молочних продуктів з використанням нових типів гомогенізаторів", яка фінансується МОН за договором № ДЗ/132 - 2022.*

Стаття надійшла до редакції 21.02.2023 р.

**S. Kiurchev, K. Samoichuk, O. Lomeiko**  
**Dmytro Motorni Tavria State Agrotechnological University**

## **METHOD OF THE EXPERIMENTAL SAMPLE DEVELOPMENT OF THE MILK PULSATION HOMOGENIZER**

### *Summary*

For the development of new types of homogenizers, their research, and the definition of theories of dispersion and homogenization, an important stage is the development of an experimental sample of a research homogenizer. At present, there is practically no data on the methodology of developing experimental research installations of homogenizers. The purpose of this article is to develop a method for creating an experimental sample of a pulsating homogenizer, suitable for conducting experimental studies of the process of pulsating milk homogenization. Such a technique is necessary



for researchers at the stage of planning experimental studies of dispersion and homogenization processes.

As a result of the conducted research, the method and stages of creating an experimental sample of a pulsating homogenizer of milk, which is necessary for conducting research into the process of pulsating homogenization, are shown.

The diagram of the experimental sample of the pulsating homogenizer of milk is given, the principle of operation of the installation is described, the program of experimental research is substantiated, the method of calculating the technical and economic indicators of the experimental sample of the pulsating homogenizer is shown, and it is calculated that the developed experimental installation of the pulsating homogenizer, in comparison with the most common valve homogenization, allows obtaining a general savings in the amount of more than 201 UAH/t.

The method of calculating the main indicators of standardization and unification of an experimental sample of a pulsating homogenizer is given. As a result of the calculation, the applicability coefficient  $K_{pr} = 44.8\%$  and the repeatability coefficient  $K_p = 67.82\%$  were determined. The obtained indicators allow us to conclude about a fairly high level of repeatability of the constituent parts in the composition of the experimental sample of the pulsating homogenizer.

**Key words:** homogenization, dispersion of milk, emulsion, dispersion, experimental sample, homogenizer.

Електронне наукове фахове видання

**Науковий вісник**  
Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 13, том 2.

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Комп'ютерна верстка: Комар А. С.

Підписано до друку 22 квітня 2023 р.  
Друкарня ТДАТУ  
20,38 умов. друк. арк.