

## ВІДГУК

офіційного опонента професора кафедри харчових технологій Черкаського державного технологічного університету, доктора технічних наук, професора Сухенка Владислава Юрійовича на дисертаційну роботу Паньків Юлії Юріївни на тему «Підвищення інтенсивності процесу та розроблення обладнання для перемішування компонентів», яку подано до спеціалізованої вченої ради ДФ 58.052.015 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

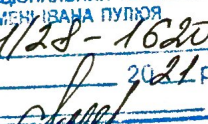
**Актуальність теми досліджень і зв'язок з науковими планами та програмами.**

Впровадженні технології приготування рідкої опари, які є одними із основних етапів виробництва хлібобулочних виробів, або стратегічних продуктів харчування населення, забезпечують одержання задовільних показників якості приготовленої продукції та споживчих витрат енергії для її приготування в спеціальних тістомісильних машинах.

Але існуючі способи опарного приготування борошняного тіста та принципово-функціональні схеми змішувачів компонентів не в достатній мірі відповідають сучасним вимогам зменшення енергетичних витрат, які необхідні для виконання технологічного процесу приготування рідкої опари за рахунок наявних недоліків.

Актуальність цього питання та застосування невідкладних заходів щодо його вирішення зазначено в цільовій комплексній державній науково-технічній програмі наукових робіт та науково-технічних (експериментальних) розробок молодих вчених, яку затверджено МОН України у 2015 р згідно з Програмою діяльності КМУ «Україна-2020».

У зв'язку з цим, розроблення нових інтенсифікованих технологічних процесів приготування рідкої опари та удосконалених робочих органів змішувачів і дослідження впливу їх конструктивно-кінематичних параметрів з метою підвищення енергоефективності процесів приготування рідкої опари є актуальним науковим завданням.

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ	
Вхідний №	1128-1620
«22» 12	2021 р.
Підпис	

Дисертаційна робота Паньків Юлії Юріївни на тему «Підвищення інтенсивності процесу та розроблення обладнання для перемішування компонентів» присвячена вирішенню науково-прикладної задачі зниження енергетичних витрат процесу приготування рідкої опари та виконана за результатами проведених нею теоретично-експериментальних досліджень відповідно до державної НДР Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Розробка та комплексне дослідження синтезованих транспортно-технологічних механізмів виробничих систем» (№ державної реєстрації 0117U003998).

Тому тема дисертаційної роботи є своєчасною та актуальною для науки і практики.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна.**

Виходячи з актуальності теми, автором була поставлена мета та сформульовані основні завдання наукових досліджень. Позитивне вирішення цих завдань на основі якісно та ґрунтовно проведених теоретично-експериментальних досліджень дозволило автору дисертації обґрунтувати запропонований спосіб дискретно-імпульсного введення дозованих компонентів у зваженому стані під час приготування рідкої опари і конструктивно-компонувальну схему змішувача та визначити його раціональні технологічні та конструктивно-кінематичні параметри робочих органів.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які наведено в дисертаційній роботі, є достовірними, новими та належним чином кількісно та якісно науково обґрунтованими.

Ступінь обґрунтованості наукових положень базується на основі достатньо проведених і наведених аспірантом результатах теоретичних і експериментальних досліджень процесу приготування рідкої опари з застосуванням сучасних положень гідродинаміки та технічної механіки, а також виробничої перевірки показників якості роботи удосконаленого змішувача компонентів і їх відповідності встановленим вимогам.



**Достовірність результатів досліджень** підтверджується поданими у дисертації даними, які отримано з використанням сучасних типових і запропонованих автором дисертації методик математичного моделювання, планування та проведення експериментальних і порівняльних досліджень, впровадженням результатів досліджень у виробництво та достатньою апробацією результатів дослідження у періодичних виданнях і оприлюдненням на міжнародних наукових конференціях.

Основні наукові положення, які отримано автором самостійно за результатами проведеного комплексу теоретично-експериментальних досліджень, відображено у преамбулі та восьми пунктах загальних висновків.

**У преамбулі** сформульовано узагальнені результати досліджень і шляхи зниження енерговитрат процесу приготування рідкої опари на основі інтенсифікації процесу та зниження часу приготування напівфабрикату.

Преамбула сформована на основі результатів першого розділу дисертаційної роботи.

**У першому пункті висновків** наведено значення функціональної зміни висоти циліндричної частини робочої камери змішувача залежно від параметрів процесу.

**У другому пункті висновків** встановлено значення максимальної робочої висоти утвореної суміші та допустимої частоти обертання тарілчастого диска за відповідних значень діаметра робочої камери та маси дозованих компонентів.

**У третьому пункті висновків** наведено межі зміни значень діаметра камери залежно від зміни параметрів процесу та акцентовано конкретизоване допустиме значення частоти обертання тарілчастого диска за встановлених меж зміни значень сумарного об'єму завантажених дозованих компонентів.

Перший, другий та третій пункти загальних висновків сформовані згідно з результатами третього розділу дисертаційної роботи.

**У четвертому пункті висновків** наведено результати експериментальних досліджень, які визначають максимальну робочу висоту утвореної суміші залежно від прийнятих вхідних факторів, а також наведено її розбіжність між теоретичними та експериментальними значеннями.



У п'ятому пункті висновків викладено результати апроксимованих значень коефіцієнта однорідності утвореної суміші та зазначено його максимальне значення та рівні факторів, за яких воно отримане.

У шостому пункті висновків наведено порівняльні показники якості приготовленої рідкої опари для прийнятих варіантів її приготування.

У сьомому пункті висновків наведено значення результатів експериментальних досліджень з визначення висоти бродіння опари залежно від параметрів процесу.

У восьмому пункті висновків наведено значення мінімальних затрат споживаної потужності та умов за яких вони отримані.

Четвертий, п'ятий, шостий, сьомий та восьмий пункти загальних висновків сформовані на матеріалах четвертого розділу роботи

Усі пункти загальних висновків логічно пов'язані із результати наукових досліджень, які викладені автором у дисертаційній роботі та є їх наслідком.

#### **Наукова новизна роботи.**

Наукова новизна отриманих наукових положень і результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що на основі визначення та теоретично-експериментального узагальнення та нового вирішення науково-прикладної задачі зниження енергетичних витрат процесу приготування рідкої опари обґрунтовано новий спосіб її приготування та раціональні параметри робочих органів удосконаленого дискретно-імпульсного змішувача компонентів.

Для обґрунтування раціональних технологічних і конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів змішувача автором:

*вперше розроблено:*

- диференціальні рівняння руху компонентів та процес формування суміші рідкої опари у гравітаційному полі об'єму робочої камери змішувача із врахуванням аеродинамічної сили опору газової фази, що дозволяють у подальшому визначати кінетичні параметри процесу, наприклад, час, шлях переміщення утвореної суміші до робочої поверхні тарілчастого диска;

- рівняння регресії, які дозволяють визначати робочу висоту утвореної суміші та коефіцієнт однорідності приготовленої рідкої опари залежно від встановлених вхідних факторів;



*уточнено:*

- вплив конструктивних параметрів робочих органів змішувача та дозованої маси компонентів на зміну робочої висоти утвореної суміші під час приготування рідкої опари з урахуванням коефіцієнта, який враховує об'єм робочих органів у просторі робочої камери, що дозволило обґрунтувати раціональні умови утворення суміші;

- аналітичну залежність для визначення діаметра робочої камери змішувача, що дозволило обґрунтувати раціональні параметри камери залежно від дозованої маси завантажених компонентів;

- аналітичну залежність для визначення допустимої мінімальної та максимальної частоти обертання мішалки, що дозволило обґрунтувати максимальне та мінімальне значення робочої висоти утвореної суміші;

*набули подальшого розвитку:*

- рівняння регресії, які дозволяють визначати висоту бродіння рідкої опари та витрати споживаної потужності залежно від параметрів процесу.

### **Практична цінність роботи.**

Запропоновано та експериментально обґрунтовано удосконалену конструкцію дискретно-імпульсного змішувача компонентів і визначено його основні раціональні параметри робочих органів.

Розроблено та виготовлено дослідний зразок змішувача компонентів для приготування напівфабрикатів і запропоновано рекомендації для вибору його раціональних параметрів робочих органів залежно від масової кількості компонентів встановленої рецептури.

Застосування удосконаленого способу дозованого введення компонентів у виробничих умовах дозволило знизити енергетичні витрати процесу приготування рідкої опари на 3,6%, зменшити час її приготування на 10 хв та підвищити продуктивність на 6,2%.

Конструктивна новизна технічного рішення захищена патентом України на винахід і 3 патентами України на корисну модель. Результати досліджень впроваджено в ПраТ «ТерА» (м. Тернопіль) і використовуються у навчальному

процесі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя під час викладання дисципліни «Технологічне обладнання хлібопекарських, кондитерських макаронних та харчоконцентратних виробництв».

**Повнота викладення основних результатів у наукових фахових виданнях і дотримання вимог академічної доброчесності.**

Результати досліджень, які проведені дисертантом, у достатньому обсязі апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях і викладені в 20 наукових працях, з яких 5 праць опубліковано у фахових виданнях з переліку МОН України категорії Б, одна стаття в наукометричній базі Scopus, одна стаття в зарубіжному виданні. Наведені положення про апробацію та опублікування результатів наукових досліджень відповідають вимогам пункту 11 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затверджених постановою КМ України від 06.03.2019 р. за № 167 та подальших доповнень.

Повнота викладення матеріалу дисертації відповідає вимогам до оформлення дисертаційних робіт, зміст анотації ідентичний структурі та змісту дисертації і в достатній мірі відображає основні результати роботи.

Вимоги академічної доброчесності дотримані – використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертаційній роботі не виявлено.

Обсяг і структура дисертаційної роботи відповідають вимогам МОН України до дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеність та загальна характеристика роботи.**

Основний зміст дисертації викладено у анотації українською та англійською мовами, вступі, 5 розділах і загальних висновках. Основна частина дисертації виконана на 150 сторінках, містить 66 рисунків і 9 таблиць. Також робота має 32 додатки, список використаної літератури з 192 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 228 сторінок.



У анотації (с. 2-12) наведено основні результати дисертаційної роботи.

У вступі (с. 20-25) обґрунтовано актуальність теми, наведено мету, завдання досліджень та загальну характеристику роботи.

У першому розділі «Аналіз способів і конструкцій змішувачів для приготування рідкої опари» (с. 26-59) наведено аналіз способів приготування борошняного тіста та рідкої опари, конструкцій робочих органів змішувачів напівфабрикатів, їх недоліків, проаналізовано відомі результати теоретично-експериментальних досліджень процесу приготування рідкої опари та обґрунтовано вибір способу та конструктивно-компонувальної схеми удосконаленого змішувача компонентів.

У другому розділі «Методи та методика проведення теоретичних і експериментальних досліджень» (с. 60-92) з метою реалізації та перевірки адекватності розроблених теоретичних моделей наведено програму проведення експериментальних досліджень, опис лабораторних експериментальних установок, а також наведено стандартні та розроблені методики проведення, обробки і аналізу результатів планованих факторних експериментів.

У третьому розділі «Теоретичні дослідження дискретно-імпульсного процесу перемішування компонентів у зваженому стані процесу роботи гнчкозбирального модуля» (с. 93-128) з метою обґрунтування технологічних і конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів запропонованого змішувача наведено викладення розробки теоретичних залежностей опису та визначення параметрів робочої камери змішувача та утвореної суміші компонентів процесу приготування рідкої опари, мінімальне та максимальне значення частоти обертання тарілчастого диска, а також проведено математичне моделювання та розроблено математичні моделі процесу переміщення та формування суміші дозованих компонентів у зваженому стані під час їх руху в об'ємі робочої камери змішувача.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень дискретно-імпульсного перемішування компонентів» (с.129-159) наведено результати лабораторних експериментальних досліджень технологічних показників і показників якості приготовленої рідкої опари способом дискретно-імпульсного введення дозованих компонентів у зваженому стані: робочої висоти циліндричної частини робочої камери; значення висоти утвореної суміші; коефіцієнта однорідності приготовленої рідкої опари; висоти бродіння приготовленої рідкої опари; результати порівняльних досліджень показників якості (газоутворюючої здатності, підйимальної сили, титруючої кислотності, окислювально-встановлюючого потенціалу, активної кислотності) та споживаних витрат потужності для прийнятих циклів роботи приводу тарілчастих дисків під час приготування рідкої опари.

У п'ятому розділі «Впровадження способу приготування рідкої опари та економічна ефективність його застосування» (с. 160-167) наведено обґрунтування та здійснення запропонованого способу приготування рідкої опари, результати впровадження способу приготування рідкої опари у виробництво та навчальний процес, отримані показники технологічної та економічної ефективності та відомості про апробацію результатів дослідження на конференціях.

У загальних висновках (с. 168-169) викладено основні розгорнуті результати наукових досліджень і рекомендації для їх застосування.

У додатках (с. 189- 228) наведено додаткові матеріали, які доповнюють наукові результати досліджень та акти впровадження результатів досліджень у виробничий і навчальний процеси.

### **Загальні зауваження та дискусійні положення щодо матеріалів дисертаційної роботи.**

1. У тексті дисертації трапляються випадки недотримання однозначності, або одноманітності термінології, які суттєво не впливають на результати дослідження, наприклад, «введення дозованих компонентів» і «дозоване введення компонентів», «перемішування» і «змішування», «електродвигун-редуктор» і «електромотор-редуктор», «вібродозуючий пристрій борошна» і «вібродозатор борошна» тощо.



2. На наш погляд, матеріали п.1.1 першого розділу роботи необхідно було б більш повно доповнити результатами аналізу переваг і недоліків існуючих способів і конструкцій змішувачів, а загальний опис (будову, принцип роботи) змішувачів скоротити, тому що це загальновідомі положення.

3. На нашу думку, необхідно було б у п.2.3 другого розділу роботи, або в додатках більш повно привести дані технічної характеристики застосованого аналогово-цифрового перетворювача частоти Altivar-71, бо наведена інформація не дозволяє детально охарактеризувати його технічні можливості.

4. Необхідно було б більш детально охарактеризувати введення поправочного коефіцієнта  $k_r$  (с. 99) та межі його зміни.

5. Наведений рис. 3.12 (с. 125) бажано було б доповнити системою координат, а графічний процес формування утвореної суміші прив'язати до робочого об'єму камери змішувача, де показати струминний розпилювач і дію на частинки борошна водно-дріжджової суспензії.

6. Деякі пункти висновків до розділу 4 та загальних висновків необхідно було б скоротити методом їх узагальнення; натомість доповнити пункт загальних висновків інформацією про впровадження та отриманими результатами технологічних показників і економічної ефективності виробничої перевірки запропонованого способу та конструкції змішувача для приготування рідкої опари.

7. У якості дискусійного положення необхідно запропонувати на нашу думку уточнити формулювання «... у зваженому стані» на «... у гравітаційному полі робочого об'єму камери змішувача».

## ВИСНОВОК

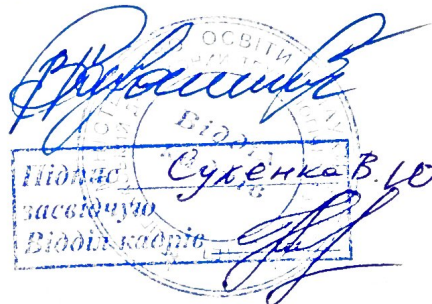
1. Дисертаційна робота Паньків Юлії Юріївни на тему «Підвищення інтенсивності процесу та розроблення обладнання для перемішування компонентів», яку подано до спеціалізованої вченої ради ДФ 58.052.015 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя на здобуття ступеня доктора філософії галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» є завершеною науковою працею, в якій отримано результати самостійних теоретичних і експериментальних досліджень, що дозволяють забезпечити зниження енергетичних витрат процесу приготування рідкої опари за рахунок розробки та

обґрунтування раціональних параметрів робочих органів дискретно-імпульсного змішувача.

2. Отримані автором результати є новими і науково обґрунтованими та перевірені у лабораторних і виробничих умовах і підтверджені необхідними та затвердженими актами і довідками. Матеріали всіх розділів дисертації логічно пов'язані і разом складають закінчену наукову роботу, яка вирішує мету та поставлені завдання. Зміст, форма подачі матеріалу та стиль викладання відповідають вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Анотація дисертації повністю відповідає змісту та результатам дисертаційної роботи. Відмічені недоліки до дисертаційної роботи не знижують її наукового та практичного рівня і не впливають на позитивну оцінку дисертації загалом.

3. Виконані наукові дослідження за ступенем актуальності обраної теми, обґрунтованості наукових положень, їх новизни, повноти викладення результатів дослідження в наукових публікаціях, достатнього рівня апробації результатів дослідження на наукових міжнародних конференціях, відсутності порушень академічної доброчесності, науковим рівнем та практичним значенням відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України за пунктом 11 «Порядку проведення експерименту з присудження наукового ступеня доктора філософії», затверджених постановою КМ України від 06.03.2019 р. за № 167 та подальшими доповненнями, а її автор Паньків Юлія Юріївна заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 «Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент,  
професор кафедри харчових технологій  
Черкаського державного  
технологічного університету,  
д.т.н., професор



Official stamp of the Department of Food Technologies, Cherkassy State Technological University. The stamp contains the text: "Міністерство освіти і науки України", "Відділ кафедри", "Підпис", "засвідчую", "Відділ кафедри". A handwritten signature is written over the stamp, and the name "Сухенка В.Ю." is printed in blue ink next to it.

В.Ю. Сухенко