

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ  
ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД І ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕЖРА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Базар Віктор Вікторович**

**УДК 663.9**

Удосконалення процесу просіювання борошна на просіювальній машині  
«Бурат» з дослідженням конструктивних та технологічних параметрів.

8.05050201 «технології машинобудування»

**Автореферат**  
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2019

Роботу виконано на кафедрі обладнання харчових технологій  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя  
Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:**

доктор технічних наук, професор кафедри  
обладнання харчових технологій  
Стадник Ігор Ярославович,  
Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя

**Рецензент**

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри автоматизації  
технологічних процесів та виробництв  
Марущак Павло Орестович  
Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 24 грудня 2019 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні  
екзаменаційної комісії №1 у Тернопільському національному технічному  
університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Гоголя,  
навчальний корпус №6, ауд. 15

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Просіювання борошна перед технологічним процесом виробництва борошняної продукції від різного роду домішок - є однією із найважливіших задач сучасності по якійній аерації й очистці, що охоплює практично всі країни світу, незалежно від рівня їх промислового розвитку. Серед можливих шляхів вдосконалення обладнання для просіювання матеріалу, варто відмітити машину барабанного типу в якій поєднані принципи дії декількох процесів, зокрема транспортування, сепарування та просіювання з поділом на фракції.

Обґрунтування конструктивних та технологічних параметрів барабанного пірамідального бурату, визначення динаміки руху борошна в удосконаленому барабані, скорочення енергетичних затрат на процес просіювання, визначили напрямок актуальності науково-практичних досліджень дипломної роботи.

**Мета і завдання.** Мета роботи полягає в дослідженні просіювання борошна в барабанному пірамідальному бураті, в якому поєднані принципи транспортування й відцентрового розділення потоків борошна, виборі і обґрунтуванні оптимальних режимів роботи, розрахунку конструкції і основних показників роботи.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі основні задачі:

- провести аналіз сучасного стану проблеми на підприємствах харчової та переробної промисловостей;
- провести аналіз і розрахунок основних показників роботи бурату;
- дослідити траєкторії руху борошняних потоків і характер розподілу швидкостей у горизонтальних і вертикальних перерізах, розглянути математичну модель впливу параметрів на просіювання і отримати залежності продуктивності від геометричних і технологічних параметрів;
- дослідити вплив конструктивних, технологічних і експлуатаційних характеристик на просіювання борошна, що визначає ступінь його аерації та очищення від домішок.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** *Об'єкт дослідження* - процес просіювання борошна у барабанному пірамідальному бураті.

*Предмет дослідження* - вплив технологічних і конструктивних параметрів барабанного пірамідального бурату на ефективність просіювання та продуктивність.

*Методи дослідження* - гідродинамічний (для визначення швидкостей і витрат потоків, втрат тиску); сучасні методи математичної фізики, теорія ймовірності при теоретичних дослідженнях і моделюванні динамічних процесів руху при просіюванні з використанням САПР Cosmos Floworks; методи математичної статистики, які проведено у програмі статистичного моделювання.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в:

- отримані аналітичних залежностей для розрахунку ефективності просіювальної здатності бурату за математичною моделлю руху частинки в криволінійних потоках;

- встановленні та теоретичному поясненні залежностей конструктивних параметрів бурату від параметрів потоку борошна і геометричних розмірів ситової поверхні та гвинтової спіралі;
- побудові експериментальної моделі бурату та обґрунтуванні розподілу просіяного борошна по довжині барабану на основі рівнянь впливу швидкості, площі та методів скінченних елементів;
- розроблені рекомендації щодо раціонального використання барабанного бурату в умовах виробництв;
- застосуванні інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології.

#### **Практичне значення отриманих результатів полягає в:**

- підвищенні ефективності просіювання борошна у порівнянні з існуючими апаратами такого ж класу;
- оптимізації роботи систем просіювання;
- можливості вибору необхідної системи очистки, виходячи із вимог конкретного виробництва.

Результати роботи можливі для впроваджені у навчальний процес Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, зокрема при вивченні навчальної дисципліни “технологічне обладнання хлібопекарського та бродильного виробництва”.

**Апробація роботи.** Основні положення магістерської роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції “Сучасні технології та обладнання харчових виробництв” (м. Тернопіль, 2019), науково-технічних конференціях Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається із вступу, чотирьох розділів, 5 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка арк..формату А4, графічна частина – аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** подано загальну характеристику роботи з напрямком вдосконалення технологічного процесу просіювання борошна від домішок та охарактеризовано завдання, що необхідно вирішити.

**У першому розділі «Літературний та патентний огляд, а також аналіз існуючого обладнання для просібвання»** проведено аналіз наукових праць різних авторів присвячених проблемі розділення неоднорідних систем та існуючих способів просіювання. Розкрито існуючі методи розділення борошна на фракції, виділення частинок домішок з обертового потоку борошна в барабанному пірамідальному бураті, способи і методи просіювання, границі впливу різних факторів на процеси й напрямки моделювання сепарації. Обґрунтовано актуальність роботи, виконано постановку задачі на магістерську роботу.

У другому розділі «Розроблення нових проектно-технологічних і технічних рішень по удосконаленню процесу просіювання борошна» Підбрано проектно - технологічні розрахунки загальних характеристик досліджуваного бурату; проведено його технологічний розрахунок; розглянуто методики визначення ефективності, подано удосконалену конструкцію із ситовою поверхнею та схему побудови інформаційного процесу з використанням математичного та комп'ютерного моделювання.

У третьому розділі «Теоретичні основи процесу просіювання» описано і обгрунтовано загальний план експериментальних досліджень просіювання борошна. Визначено діапазони оптимальних значень режимних параметрів (швидкість потоку в барабані); обгрунтовано фізичну модель просіювання в циліндричному решеті з гвинтовим розподільником; подано аналіз основних факторів, що впливають на ситову поверхню; визначено вплив довжини поверхні розподільника на продуктивність процесу потокового сепарування.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень процесу просіювання» визначено вплив конструктивних розмірів барабана і ситової поверхні на процес. Досліджено вплив режимних (технологічних) і конструктивних параметрів на сепарування борошна. Встановлено оптимальну величину відношення довжини розподільника до величини діючих сил на циліндричну частину ситового барабана.

В спеціальній частині виконано дослідження можливостей розрахункових програм, що використовують описані методи обчислювальної динаміки з використанням САПР; методи математичної статистики, які проведено у програмі статистичного моделювання; методи чисельного розв'язку диференційного рівняння руху матеріальної точки.

В частині «Обгрунтування економічної ефективності» розглянуто питання організації ефективного просіювання борошна на дільниці та подано розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

## ВИСНОВКИ

Визначені в дипломній роботі наукові та інженерні рішення дозволили встановити залежності ефективності сепарування борошна від режимних, конструктивних і технологічних параметрів при забезпеченні траєкторії руху потоку із розподілом швидкостей у горизонтальних та вертикальних перерізах пірамідального бурату. Розроблено удосконалену конструкцію кріплення ситової поверхні із заміною матеріалу зі сталі на пластик та встановлено гвинтову направляючу спіраль. Така модернізація дозволяє знизити вартість і масу цього кріплення, також підвищить продуктивність машини.

Розглянуто математичну модель руху борошна в конструкції барабану й залежність технологічних параметрів просіювання. Розроблено фізичне представлення процесу та аналіз впливу ситової поверхні на сепарування.

Проаналізовано результати експериментальних досліджень сепарування борошна та встановлено вплив конструктивних й технологічних параметрів на процес. При правильній організації і проведенні ремонтних робіт, дотриманні експлуатаційних режимів та інших вимог до просіювача,

розрахунки показали, що завдяки додержанню технологічних процесів сепарування знизиться собівартість проведення очистки борошна з вищою ефективністю і меншими енергетичними затратами, а також покращиться рівень здоров'я працюючих.

#### **Список опублікованих автором праць за темою роботи**

1) «Забезпечення надійності роботи машин харчової галузі»

Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.

«Актуальні задачі сучасних технологій»

2) «Класифікація машин для просіювання борошна»

Міжнародної студентської науково - технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання"

#### **АНОТАЦІЯ**

«Удосконалення процесу просіювання борошна на барабанному сепараторі з дослідженням конструктивних і технологічних параметрів»

В дипломній роботі виконано заходи спрямовані на підвищення ефективності просіювання борошна. Запропоновано заходи з удосконалення машини, що полягає у зміні форми кріплення ситової поверхні із заміною матеріалу кріплення зі сталі на пластик та встановлення гвинтової направляючої спіралі із змінним кроком. Розглянуто математичні моделі руху борошна в процесі просіювання у залежності від технологічних, конструктивних параметрів. Розроблено фізичне представлення процесу та аналіз впливу ситової поверхні на сепарування.

**Ключові слова:** просіювання, моделювання, параметри, процес, ефективність.

#### **SUMMARY**

"Improvement of the process of sifting flour on a drum separator with the study of structural and technological parameters"

There are performed measures aimed for improving the efficiency of flour sieving in the master paper. Measures to improve the machine to change the form of fastening of the sieve surface by replacing the material of fastening from steel to plastic and installing a screw guide spiral with a variable pitch are mentioned. Mathematical models of flour movement in the sifting process depending on technological, structural parameters are studied. The physical representation of the process and the analysis of the influence of the sieve surface on the separation are developed.

**Keywords:** sifting, modeling, parameters, process, efficiency.