

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

**ЛУПАК ЮРІЙ РОМАНОВИЧ**

УДК 664.69

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШНЕКОВОГО ПРЕСА ДЛЯ  
МАКАРОННИХ ВИРОБІВ МАРКИ МАКМА-40 З ДОСЛІДЖЕННЯМ  
ВПЛИВУ ЙОГО КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА РОЗПОДІЛ  
ТИСКУ В КАНАЛІ ШНЕКА І ПРОДУКТИВНІСТЬ**

133 "Галузеве машинобудування"

**Автореферат**  
дипломної роботи магістра

Тернопіль  
2018

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

**Вітенько Тетяна Миколаївна**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** Кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування

**Радик Дмитро Леонідович,**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 21 лютого 2018 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, 6, навчальний корпус №6, ауд. 15

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Макаронна продукція є одним із найбільш поширених у світі продуктів харчування. Здатність до тривалого зберігання за належних умов та нескладна технологія приготування обумовлює широке застосування цієї сировини в кухнях багатьох країн. Макарони – калорійний продукт, багатий на мікроелементи, який гарно поєднується із білками, жирами та городиною. Наслідком такої хорошої поєднуваності є велика кількість рецептур, яка обумовлює необхідність широкого асортименту макаронних виробів. Для забезпечення цього асортименту важливим є надання відповідної форми макаронним напівфабрикатам. Отже, вдосконалення технічних рішень макаронного преса і вибір належних режимів його роботи є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрямок досліджень дипломної роботи.

**Мета роботи:** зменшення затрат потужності та зменшення механічного навантаження на робочі органи шнекового преса для макаронних виробів при одночасному якісному формуванні макарон у шнековому пресі для макаронних виробів марки МАКМА-40.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є розподіл тиску в каналі шнека і продуктивність шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40 при формуванні макаронів. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

### **Отримані результати:**

- виконано аналіз сучасних конструкцій технологічного обладнання для формування макаронних виробів;
- виконано аналіз особливостей роботи і технічних даних шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40;
- розроблено заходи з модернізації шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40;
- виконано технологічні і конструктивні розрахунки шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40;
- виконано теоретичний аналіз процесу екструзії макаронного тіста;
- виконано розгляд процесу руху тіста в екструдері з використанням математичних методів;
- проаналізовано зміну тиску в каналі шнеку під час його роботи;
- застосовано математичну модель руху джгута харчової маси після горизонтального пресування;
- виконано розрахунки за вибраними моделями;
- виконано аналіз отриманих результатів розрахунків математичної моделі.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Запропоновано технологічні режими екструзії тіста у шнековому пресі для макаронних виробів марки МАКМА-40. Запропоновано технічні рішення з модернізації шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались під час роботи X Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та

гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2017 року.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 120 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** проведено огляд сучасного стану макаронної галузі, охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити при виробництві макаронів.

**В першому розділі** проведено аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, здійснено вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження, виконано постановку завдань дипломної роботи.

**В другому розділі** здійснено вибір технології виробництва макаронів, розроблено заходи з модернізації шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40 з виконанням відповідних розрахунків, а також розроблено заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування преса.

**В третьому розділі** подано теоретичний аналіз процесу екструзії макаронного тіста; виконано розгляд процесу руху тіста в екструдері з використанням математичних методів; проаналізовано зміну тиску в каналі шнеку під час його роботи; застосовано математичну модель руху джгута харчової маси після горизонтального пресування.

**В четвертому розділі** представлено отримані результати теоретичних та експериментальних досліджень, а також виконано аналіз даних результатів.

**В п'ятому розділі** виконано обґрунтування використання прикладного програмного забезпечення для вирішення задач дипломної роботи, а також представлено основні особливості його застосування.

**В шостому розділі** проведено розрахунки техніко-економічної ефективності прийнятих рішень із удосконалення конструкції шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40.

**В сьомому розділі** розглянуто питання системи управління охорони праці та запропоновані заходи із безпеки у надзвичайних ситуаціях для макаронного виробництва на базі шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40.

**У восьмому розділі** розглянуто питання забруднення довкілля при виробництві макаронної продукції, а також запропоновано заходи зі зменшення цього впливу.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** обґрунтовано прийняті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання Удосконалення конструкції шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40; обґрунтовано практичне значення запропонованих конструктивних рішень, узагальнено результати моделювання, які можуть бути впроваджені у виробництво; наведено техніко-економічні показники запропонованої розробки.

В додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій,

комплект технологічної документації по ГОСТ3.1404-86.

В графічній частині приведено креслення шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40, складальні креслення вузлів шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40, математичні залежності процесу екструзії макаронного тіста та графічні залежності, що були отримані за допомогою чисельних методів моделювання.

## ВИСНОВКИ

На основі проведеного літературного огляду прогресивних технологічних і конструктивних рішень щодо процесу екструзії макарон було встановлено, що недоліками одношнекових екструдерів є погане змішування оброблюваного продукту, відсутність примусового транспортування та самоочищення. У таких екструдерах частіше виникають стрибки тиску через накопичення продукту; перехід з однієї сировини на іншу утруднений тим, що камеру і шнек необхідно очищати, а значить, потрібно розбирати екструдер. Більші витрати по експлуатації одношнекових машин пов'язані з тривалими простоями при чищенні, великими трудовитратами і об'ємом робіт по обслуговуванню.

Аналіз конструкцій сучасних пресів для виробництва макаронних виробів показав, що застосування двошнекових екструдерів в харчовій промисловості має значну перевагу і набагато більші перспективи перед одношнековими. Тим не менше, використання одношнекової екструзії у виробництві продуктів харчування на даний момент вкрай необхідно і подальше вивчення та удосконалення цього процесу є вельми актуальним завданням.

Удосконалений прес для макаронних виробів марки МАКМА-40 призначений для виробництва макаронних виробів за своїми конструктивно-технологічними можливостями перевершує інші конструкції:

- за якістю замісу макаронного тіста - процес відбувається більш інтенсивно, в результаті підвищується якість продукції за показниками щільності і однорідності;
- на 20% збільшується продуктивність замісу, скорочується на 17% тривалість цього процесу;
- на 5% зменшується споживання енергії;
- габаритні розміри - ідеально підходить для цехів малого виробництва.

На основі проведених теоретичних досліджень процесу екструзії було встановлено, що зміна реологічних властивостей сировини внаслідок перетворень, що забезпечуються автогенним режимом можуть бути значними по довжині шнека, що ускладнює математичний опис процесу. На основі залежностей, які дозволяють приблизно визначати розподіл напружень по довжині шнека було розраховано параметри процесу екструдювання.

Проведено аналіз результатів математичного та імітаційного моделювання процесу обробки тіста в одно шнековому екструдері. Комп'ютерні моделі для дослідження процесу руху продукту базуються на використанні чисельних методів рішення диференціальних рівнянь дозволили розрахувати поле тисків.

На основі моделювання руху джгута харчової маси після горизонтального пресування отримано траєкторії її руху.

Зроблені розрахунки техніко-економічних показників розробки виявили, що проект лінії по виробництву макаронних виробів економічно ефективний, термін окупності лінії склав 2 роки.

В результаті проведеного аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів розроблені спільні заходи з охорони праці й цивільного захисту.

Для зменшення викидів в атмосферу розроблені режимні карти горіння для котельні; запропоновано встановлення газоочисних та пиловловлюючих установок. Це дозволить без значних видатків зменшити забруднення середовища та зекономити витрати енергетичних і природних ресурсів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Лупак Ю. Моделювання процесу екструзії макаронних виробів / Лупак Ю. // Збірник тез X Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 1. — С. 14. — (Секція: Обладнання харчових виробництв).

## АНОТАЦІЯ

Лупак Ю. Р. Удосконалення конструкції шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40 з дослідженням впливу його конструктивних особливостей на розподіл тиску в каналі шнека і продуктивність. 133 "Галузеве машинобудування". – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі розроблено заходи з удосконалення конструкції шнекового преса для макаронних виробів марки МАКМА-40, виконано аналіз і дослідження впливу конструктивних особливостей преса на розподіл тиску в каналі шнека і продуктивність.

**Ключові слова:** удосконалення, прес, екструзія, тиск, макарони, процес.

## ANNOTATION

Lupak Y. Design improvement of auger conveyor press for macaroni products МАКМА-40 including the study of its structural features impact on pressure distribution in the auger channel and efficiency.

133 «Industrial Machinery Engineering». – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2018.

Measures for the improvement of auger conveyor press for macaroni products МАКМА-40 are developed. The influence of the design features of auger conveyor press to the distribution of pressure in the screw conveyor channel and the productivity are studied.

**Keywords:** improvement, press, extrusion, pressure, macaroni, process.