

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ
Гарант освітньої програми «Галузеве
машинобудування»
Цвіркун Л.О.
«___» _____ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
за освітньою програмою «Галузеве машинобудування»

на тему: **«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТЕПЛОВОЇ
ОБРОБКИ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ»**

Виконав:

здобувач вищої освіти Баландіна Світлана Володимирівна _____
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент Омельченко О.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Кривий Ріг
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО

Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

Форма здобуття вищої освіти заочна

Ступінь бакалавр

Галузь знань Механічна інженерія

Освітня програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Гарант освітньої програми «Галузеве
машинобудування»

Цвіркун Л.О.

« » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Баландіна Світлана Володимирівна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення технічних засобів теплової обробки плодоовочевої сировини»

Керівник роботи к.т.н., доцент Омельченко О.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Затверджено: наказом першого проректора ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського від «19» листопада 2021 р. №415-с.

2. Строк подання здобувачем ВО роботи «20» травня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Технічна документація до устаткування.

2. Монографії, наукові статті, автореферати дисертацій, тези доповідей на наукові конференції.

3. Навчальна і методична література, інформація мережі Інтернет.

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Вступ.

2. Аналітичний огляд засобів механізації теплової обробки плодоовочевої сировини.

3. Оптимізації конструктивних параметрів пристрою для обсмажування скибочок яблук та картоплі.

4. Охорона праці.
 5. Висновки.
 6. Список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Принципова технологічна схема виробництва сухого картопляного пюре.
 2. Схеми ліній з виробництва хрусткої картоплі.
 3. Піч для обсмажування харчових продуктів.
 4. Пристрій для обсмажування шматочків плодів яблук та картоплі.
 5. Схема гідроциклону.
 6. Зміна маси та об'єму скибочок картоплі та яблук під час обсмажування в відсотках від первісної маси.
6. Дата видачі завдання «26» листопада 2021 р.

7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вступ	31.01.2022-15.02.2022
2	Аналітичний огляд засобів механізації теплової обробки плодоовочевої сировини	16.12.2022-10.03.2022
3	Оптимізації конструктивних параметрів пристрою для обсмажування скибочок яблук та картоплі	11.03.2022-15.04.2022
4	Охорона праці	16.04.2022-30.04.2022
5	Висновки по роботі	01.05.2022-12.05.2022
6	Оформлення роботи і подання до захисту	16.05.2022-25.05.2022

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

_____ **Баландіна С.В.**
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ **Омельченко О.В.**
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Обсяг і структура бакалаврської роботи. Повний обсяг бакалаврської роботи – 51 сторінка, в тому числі основного тексту – 45 сторінок. Робота містить: 6 таблиць, 25 рисунків. Список використаних джерел складається з 18 найменувань.

Об'єкт роботи – технічні засоби теплової обробки плодоовочевої сировини.

Предмет роботи – тепла обробка плодоовочевої сировини.

Мета роботи – удосконалення технічних засобів теплової обробки плодоовочевої сировини.

У процесі виконання роботи було розглянуто конструктивні параметри пристрою для обсмажування скибочок яблук та картоплі. Запропоновано для очищення робочого середовища від обуглих частинок готового продукту, а також продуктів крихкості використовувати гідроциклон. Обґрунтовано конструктивні параметри транспортерів пристрою для обсмажування. Транспортери візуально утворюють рівнобедрений трикутник з рівними сторонами в 1 м, а також два прямокутних трикутника, з гіпотенузами рівної довжини стрічки в 1 м, кут нахилу транспортерів щодо нормалі $\beta_m = 30^\circ$ і шириною стрічки $b_f = 0,4$ м.

Зазначено, що чим більша скибочка, тим інтенсивніше відбувається процес випливання, оскільки скибочка потрапляє в зону спливання в кінці процесу обсмажування, коли цей процес у значній мірі вже завершено, вплив температури на динаміку руху скибочки порівняно невеликий.

З метою отримання раціональних технологічних режимів зневоднення обсмажуванням яблук та картоплі в олії скибочки яблук обсмажувалися на різних режимах. Перед обсмажуванням сировина подрібнювалася на скибочки товщиною не більше 2,1 мм. Температурний режим у 140°C викликав недостатнє обсмажування сировини, яка не стала хрусткою, тобто «проварилася» на всіх тимчасових режимах. Для виробництва обсмажених яблучних чіпсів необхідно використовувати плоди з меншою кількістю цукрів, а саме кислі сорти яблук. Використання «солодких» сортів при обсмажуванні надає скибочкам темного кольору ще до готовності, що супроводжується запахом «паленого цукру».

Обсмаження скибочок картоплі та яблук з попереднім сушінням і без нього показали, що сировина, яка обсмажена з етапом попереднього сушіння, має знижений вміст олії, приємний смак та аромат готового продукту без запаху олії, має більший обсяг.

На основі вище зазначеного, можна вважати, що попереднє сушіння сировини при температурі 125°C протягом 20 хв., далі обсмажування при температурі 170°C 30..35 сек. для картоплі та 35...45 сек. для яблук. При цьому фактор попереднього сушіння є найважливішим, що дозволяє створити на поверхні скибочки захисний шар із підсохлих клітин, що перешкоджає дифузійному вбиранню олії в структуру скибочки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: технічні засоби, механізація, тепла обробка, плодоовочева сировина, гідроциклон, транспортер.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ	7
1.1 Ресурсозберігаючі технології переробки картоплі	7
1.2 Використання яблук як сировини для виготовлення чіпсів	12
1.3 Класифікація засобів механізації для теплової обробки плодовоовочевої сировини	13
РОЗДІЛ 2. ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБСМАЖУВАННЯ СКИБОЧОК ЯБЛУК ТА КАРТОПЛІ	19
2.1 Конструктивна схема пристрою для обсмажування	19
2.2 Теоретичні основи процесу теплової обробки скибочок яблук та картоплі	22
2.3 Очищення робочого середовища від обуглених частинок продукту та крихкості	26
2.4 Обґрунтування конструктивних параметрів транспортерів пристрою для обсмажування	28
2.5 Процеси випаровування вологи та вбирання олії скибочками яблук та картоплі	31
2.6 Обробка плодовоовочевої сировини за допомогою конвективного сушіння	36
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
3.1. Вимоги безпечної організації робіт та виробничих процесів	38
3.2 Вимоги до виробничого обладнання, його розміщення та організації робочих місць	39
3.3 Пожежна безпека	41
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ	45

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Баландіна</i>			Удосконалення технічних засобів теплової обробки плодовоовочевої сировини	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Омельченко</i>					1	51
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО			
<i>Затверд.</i>		<i>Цвіркун</i>						

ВСТУП

Актуальність роботи. Удосконалення технології та технічних засобів механічної та теплової обробки рослинної сировини є комплексним вирішенням проблеми підвищення ефективності переробки плодів та овочів шляхом зниження вмісту шкідливих інгредієнтів у готовій продукції швидкого харчування за рахунок удосконалення технологічного процесу, а також мінімізації енергетичних витрат застосовуваного обладнання.

Мета та задачі дослідження. Метою бакалаврської роботи є удосконалення технічних засобів теплової обробки плодоовочевої сировини.

Практична та наукова новизна. У процесі виконання роботи було розглянуто конструктивні параметри пристрою для обсмажування скибочок яблук та картоплі. Запропоновано для очищення робочого середовища від обуглих частинок готового продукту, а також продуктів крихкості використовувати гідроциклон, який призначений для очищення відпрацьованих трансмісійних масел від розчинних домішок.

Зазначено, що чим більша скибочка, тим інтенсивніше відбувається процес випливання, оскільки скибочка потрапляє в зону спливання в кінці процесу обсмажування, коли цей процес у значній мірі вже завершено, вплив температури на динаміку руху скибочки порівняно невеликий.

З метою отримання раціональних технологічних режимів зневоднення обсмажуванням яблук та картоплі в олії скибочки яблук обсмажувалися на різних режимах. Перед обсмажуванням сировина подрібнювалася на скибочки товщиною не більше 2,1 мм. Температурний режим у 140°C викликав недостатнє обсмажування сировини, яка не стала хрусткою, тобто «проварилася» на всіх тимчасових режимах. Для виробництва обсмажених яблучних чіпсів необхідно використовувати плоди з меншою кількістю цукрів, а саме кислі сорти яблук. Використання «солодких» сортів при обсмажуванні надає скибочкам темного кольору ще до готовності, що супроводжується запахом «паленого цукру».

Обсмаження скибочок картоплі та яблук з попереднім сушінням і без нього показали, що сировина, яка обсмажена з етапом попереднього сушіння, має знижений вміст олії, приємний смак та аромат готового продукту без запаху олії, має більший обсяг.

На основі вище зазначеного, можна вважати, що попереднє сушіння сировини при температурі 125°C протягом 20 хв., далі обсмажування при температурі 170°C 30..35 сек. для картоплі та 35...45 сек. для яблук. При цьому фактор попереднього сушіння є найважливішим, що дозволяє створити на поверхні скибочки захисний шар із підсохлих клітин, що перешкоджає дифузійному вбиранню олії в структуру скибочки.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Баландіна			Лім.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Омельченко				2	51
Н. Контр.		Омельченко			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.		Цвіркун					

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ПЛОДОООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

1.1 Ресурсозберігаючі технології переробки картоплі

Застосування швидкого заморожування є пріоритетним напрямком сучасної переробної промисловості, причому в Україні споживання таких продуктів становить 40 ... 100 кг на рік на душу населення. Перевага швидкозаморожених продуктів полягає у високому виході їстівної частини та збереженні вихідних натуральних властивостей.

Готові продукти мають високу споживчу готовність, при цьому розфасовані та дозовані в упаковку, що дозволяє скоротити час на їхнє приготування до декількох хвилин.

Зберігають продукти швидкого заморожування при температурному режимі не вище – 18 °С в ізотермічних сховищах з відносною вологістю повітря 95...98%. Такий режим зберігання повинен підтримуватися на всьому циклі життя продукції до самої реалізації. Допускається короткочасне зберігання плодовоовочевої продукції, упакованої в дрібній тарі, при температурі не вище – 15°С. Важливою вимогою збереження якісної продукції є правильне її транспортування за винятком втрати холоду.

Висока швидкість заморожування (-30 ... 35 °С) з дотриманням умови значного повітрообміну дозволяє отримати дрібнокристалічну структуру, яка при розморожуванні не руйнує структуру продукту та зберігає його споживчі властивості. При цьому відбувається загибель всієї спорової мікрофлори.

До асортименту картопляних швидкозаморожених продуктів належать гарнірна і молода рання картопля, котлети, вареники, галушки. Залежно від форми та величини частинок, товарних та кулінарних якостей продукту, а також особливостей технології сухе картопляне пюре здебільшого виготовляється у вигляді пластівців, крупки, гранул, порошку та ін.

Принципова технологічна схема виробництва сухого картопляного пюре показана на рис. 1.1.

У технології виробництва картопляного пюре виділяють три ділянки:

- підготовки картоплі від миття до варіння;
- підготовки пюре до сушіння;
- сушіння підготовленого пюре.

З сухого картопляного пюре випускають низку продукції: обсмажену (чіпси, соломка), сушену (гарнірну картоплю, крокети тощо), заморожену (котлети, биточки, вареники тощо).

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Баландіна</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Омельченко</i>				12	51
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>		<i>Цвіркун</i>					

Досвід вітчизняних підприємств показує, що вилучення крохмалю з картоплі в середньому становить близько 82% за сезон, втрати сухих речовин сировини – 6 ... 8% до маси сировини, витрата сировини на вироблення 1 т крохмалю – 9 ... 10 т картоплі. У середньому трудові витрати на переробку картоплі приблизно у 10 разів перевищують найкращі світові досягнення.

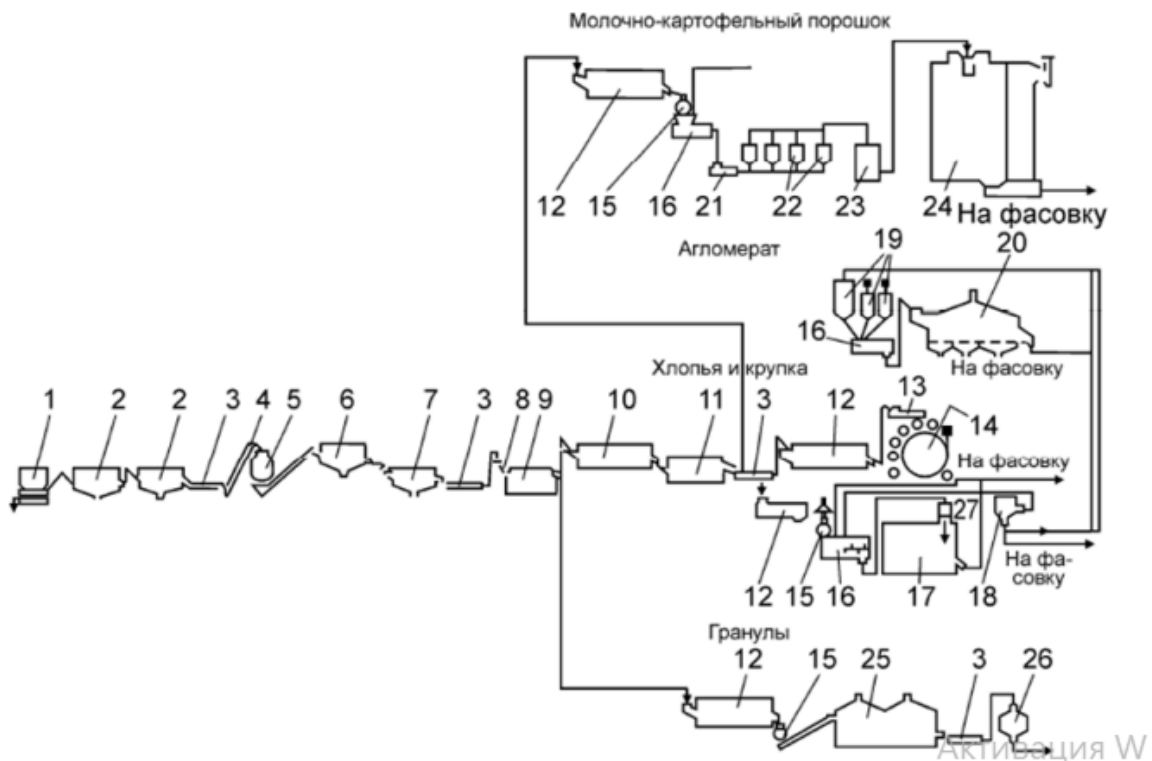


Рисунок 1.1 – Принципова технологічна схема виробництва сухого картопляного пюре

На рис. 1.1 показано: 1 – землеочисна машина; 2 – мийна машина; 3 – інспекційний конвеєр; 4 – стрічковий конвеєр; 5 – агрегат для парового очищення; 6 – установка для сухого очищення; 7 – мийно-очисна машина; 8 – машина для різання картоплі; 9 – установка для відмивання крохмалю; 10 – бланшувач; 11 – охолоджувач; 12 – апарат варильний з платформою; 13 – картоплем'ялка; 14 – сушилка одновальцова; 15 – екструзійна установка; 16 – змішувач; 17 – установка сушильна; 18 – установка для фракціонування; 19 – бункер-дозатор; 20 – агломераційна установка; 21 – ємність із насосом; 22 – фільтри; 23 – ванна з підігрівом; 24 – розпилювальна сушарка; 25 – стрічкова сушарка; 26 – дробарка; 27 – гранулятор-просіювач.

Традиційний технологічний процес отримання крохмалю здійснюється із застосуванням великої кількості громіздкого обладнання і має недоліки:

- на центрифугах не забезпечується повне виділення картопляного соку – до 40% його залишається у кашці;
- не повністю використовуються сухі речовини картоплі, на кожній стадії є безповоротні втрати крохмалю;

						ДонНУЕТ.з133.ГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			8

- велика витрата свіжої води – 10 ... 15 м³ на 1 т картоплі, яка переробляється, що робить майже неможливою утилізацію побічних продуктів і наносить збитки навколишньому середовищу;
- велика кількість різноманітного обладнання ускладнює його обслуговування та ремонт.

Склад та тип використовуваного обладнання підбирається залежно від виробництва лінії. Технологічну схему лінії з переробки 50 т картоплі на добу наведено рис. 1.2.

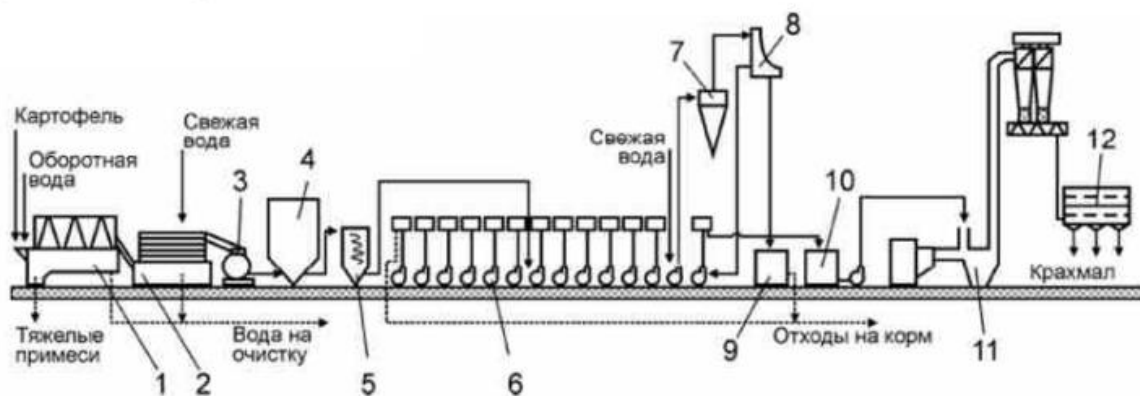


Рисунок 1.2 – Схема лінії з переробки картоплі на крохмаль продуктивністю 50 т на добу

На рис.1.2 зображено: 1 – каменевловлювач; 2 – мийка; 3 – картоплетерка; 4 – збірник-накопичувач; 5 – фільтр, що самоочищається; 6 – гідроциклонна установка; 7 – пісковий циклон; 8 – дугове сито; 9 – збірка мезги; 10 – збірник крохмальної суспензії; 11 – відцентрова сушарка; 12 – бурат.

Картопля з бункерів надходить у каменевловлювач, куди одночасно подається оборотна вода. У каменевловлювачі з водокартопляної суміші виділяють важкі домішки (камені, металеві домішки, пісок), а суміш подається на картоплемийну машину.

Чиста картопля прямує по течії в картоплетерку, де здійснюється його тонке подрібнення. Отримана картопляна кашка плунжерним насосом подається в збірник-накопичувач, із нього також насосом у фільтр, що самоочищує від домішок, і далі прямує на гідроциклонну установку, де картопляна кашка поділяється на крохмаль (у вигляді крохмальної суспензії) і суміш мезги (клітковини) та картопляного соку.

Після гідроциклонної установки крохмальна суспензія піддається додатковому очищенню від мезги на дугових ситах. Очищена крохмальна суспензія надходить у сушарку із вбудованою центрифугою, де відбуваються спочатку механічне зневоднення, а потім сушіння крохмалю в потоці гарячого повітря до стандартної вологості. Висушений крохмаль просіюється в бураті та упаковується в мішки. Для дрібної розфасовки може бути використаний фасувальний автомат. В асортименті вироблених промисловістю

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

картоплепродуктів особливе місце займають обсмажені продукти, у тому числі хрумка картопля.

Хрумка картопля – готовий до вживання продукт, що виробляється зі свіжої картоплі у вигляді скибочок, соломки і пластинок. Виготовляється шляхом обсмажування нарізаної свіжої картоплі в рослинній рафінованій олії з додаванням до готового продукту солі або суміші солі з прянощами та смаковими добавками.

Технологічна схема отримання хрусткої картоплі представлена на рис. 1.3.

Після очищення картоплю подрібнюють картоплерізкою на скибочки товщиною не більше 2,1 мм, соломку з поперечним перерізом 4x4 або 2x4 мм, пластинки з поперечним перерізом 2x10 мм. Далі сортована нарізана продукція промивається душовими пристроями з метою видалення частини крохмалю та цукру.

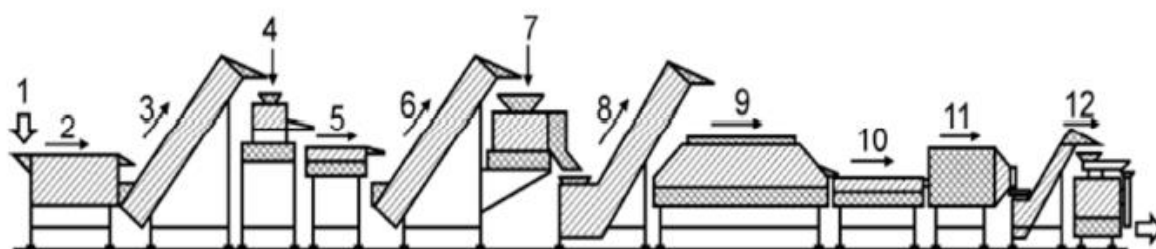


Рисунок 1.3 – Технологічна лінія виробництва хрусткої картоплі

На рис. 1.1 показано: 1 – бункер (на схемі не показаний); 2 – миюча машина з каменевідбірником; 3 – конвеєр; 4 – картоплеочисна машина; 5 – інспекційний стіл; 6 – конвеєр; 7 – картоплерізка; 8 – машина для відмивання крохмалю; 9 – обжарювальна піч; 10 – охолоджуючий пристрій; 11 – дражувальна машина; 12 – пакувальна машина.



№	Показники	Значення
1	Модель	QX
2	Продуктивність	500-800 кг/ч
3	Потужність	1.5 кВт
4	Розмір	900×800×1300 мм
5	Маса	158 кг

Рисунок 1.4 – Картоплеочисна машина



Рисунок 1.5 – Картоплерізальна машина

Таблиця 1.1 – Технічні показники картоплерізальної машини

№	Показники	Значення
1	Модель	AQR
2	Продуктивність	500-800 кг/ч
3	Потужність	0.75 кВт
4	Розмір	1200×730×1900 мм
5	Маса	330 кг



Рисунок 1.6 – Миюча машина

Таблиця 1.2 – Технічні показники картоплерізальної машини

№	Показники	Значення
1	Модель	LP
2	Продуктивність	500-800 кг/ч
3	Потужність	2.2 кВт
4	Розмір	3350×930×1560 мм
5	Маса	350 кг

Нарізану картоплю обсмажують у олії: скибочки 2...5 хв, соломку – 5 ... 12 хв, пластинки – 2 ... 6 хв, при цьому рівень масла підтримують постійно. В результаті процесу обсмажування, що супроводжується високою температурою та утворенням водяної пари, змінюється органолептичні показники та хімічний склад олії, її кислотне число. У свіжій соняшниковій олії кислотне число не повинно перевищувати 0,4 мг КОН, а при обсмажуванні не повинно піднятися вище 3, що спричинить повну його заміну.

1.2 Використання яблук як сировини для виготовлення чіпсів

Привабливі властивості яблук обумовлюють широкі можливості їх переробки на такі харчові продукти:

- концентрований яблучний сік;
- 100% яблучний сік прямого віджиму. У порівнянні з відновленим соком він має цілу низку переваг: найбільш близько до вихідних яблук збережений склад корисних хімічних речовин, більш проста технологія одержання;
- яблучне пюре;
- яблучний сидр;
- яблучна горілка (кальвадос);
- яблучне повидло, варення, джем;
- яблучний пектин;
- яблучний порошок та ін.

Сушені чіпси з яблук поширені у споживанні та популярні абсолютно у всіх верств населення, будучи поки що незвичайними ласощами, у порівнянні з картопляними чіпсами.

Яблучні чіпси виробляються у вигляді тонких сухих рум'яних скибочок з яскравим, легким, природним смаком. Перевагою такого сушеного продукту є високий вміст вітаміну С (до 30% від добової норми).

Нами пропонується використовувати плоди яблук як сировину з подальшим подрібненням на скибочки для обсмажування. Готова продукція має специфічний приємний смак і аромат з характерною «хрусткою» консистенцією.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Для вирішення проблеми збільшення споживання продуктів здорового харчування в Україні пропонується використовувати яблука як сировину з подальшим подрібненням на скибочки для обсмажування.

Важливим напрямом вирішення проблеми є створення нового продукту на ринку продуктів із сировини масового споживання, який, крім підвищеного вмісту вітамінів, у порівнянні з картопляними чіпсами, має знижений вміст олії, що підвищує харчову цінність. Крім цього, збільшення асортименту продуктів з яблук шляхом створення корисного продукту на їх основі, розширить коло споживачів, залучаючи неохоплену категорію людей, в основному молоді, які споживають у великій кількості снеки.

Технології обсмажених у жирівому середовищі скибочок плодів яблук, в основному представлені у вигляді «домашніх рецептів», де не дотриманий науковий підхід підбору режимних параметрів, а також вибору властивостей сировини: сортів яблук, станів стиглості, реологічних характеристик, подальшого ступеня подрібнення тощо.

Крім того, слід зазначити, що внаслідок відсутності чітких технологічних вимог вітчизняні виробники проводять операції механічної та теплової обробки плодоовочевої сировини за власною технологією без отримання оптимальних значень режимних параметрів процесів.

В результаті ряд операцій, зокрема подрібнення та обсмажування, у техніці обробки плодоовочевої сировини залишаються не дослідженими і вимагають великої уваги. З урахуванням цього, для налагодження та запуску технологічної лінії виробництва чіпсів необхідні значні виробничі витрати. Виходячи з вищесказаного, отримання оптимальних технологічних режимів подрібнення та подальшої теплової обробки яблучних та картопляних скибочок актуально для агропромислового комплексу.

1.3 Класифікація засобів механізації для теплової обробки плодоовочевої сировини

Для обсмажування плодів і коренеплодів існує безліч машин різного типу. Технологічний процес смаження картоплі в шарі олії з використанням фритюрниці ФНЕ-40 протікає безперервно (рис. 1.7). До основних вузлів машини відносяться: жарочна ванна місткістю 40 л, шнек з електроприводом, завантажувальний пристрій і лоток, що перекидається, для вивантаження готових виробів.

Нагріте до високих температур жирове середовище безперервно перемішується шнеком, створюючи незначну циркуляцію робочого середовища. Вихідний матеріал надходить у завантажувальний бункер і далі транспортером подається в жарочну ванну, в якій відбувається його обсмажування до необхідної консистенції і переміщення шнеком до зони вивантаження. Кошик з готовими продуктами виймають з ванни і вішають на скобу для стікання надлишків жиру у ванну.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

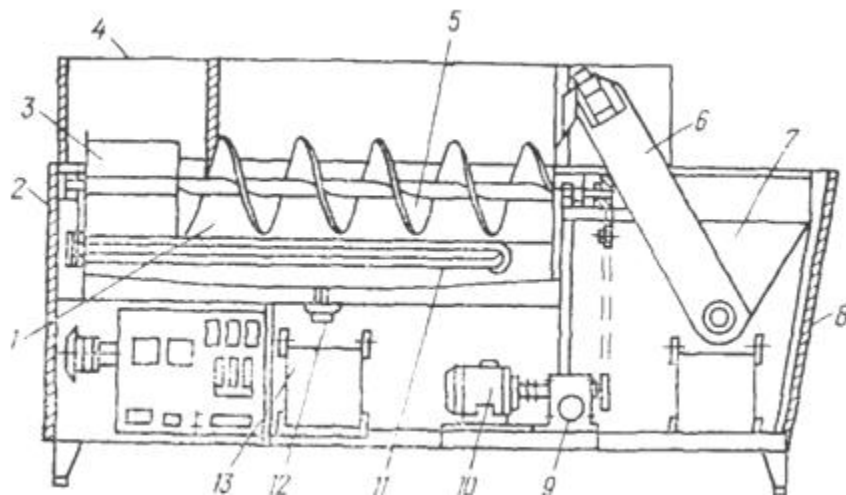


Рисунок 1.7 – Фритюрниця безперервної дії ФНЕ-40

На рис. 1.7 зображено: 1 – жарочна ванна, 2 – каркас, 3 – лопатка, 4 – кожух, 5 – шнек, 6 – транспортер, 7 – бункер, 8 – облицювання, 9 – редуктор, 10 – електродвигун, 11 – електронагрівачі, 12 – зливний кран, 13 – бак.

Недоліком пристрою є низька продуктивність, високі виробничі витрати, а також значна кількість продукції, що травмується, від застосування шнекового робочого органу.

Безперервна конвеєрна фритюрниця Normit Oil Deer (або конвеєрна піч) працює способом занурення продукту в гарячу олію (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Фритюрниця Normit Oil Deer

З незначними змінами конструкції безперервну конвеєрну фритюрницю Normit Oil Deer можна використовувати для приготування наступних продуктів:

- обсмажені овочі (морква, кабачки, баклажани), які в подальшому йдуть на виробництво овочевих консервів та закусок типу баклажанної ікри;
- продукти фаст-фуду – виготовлення картоплі фрі та хрусткої картоплі;
- м'ясні та рибні напівфабрикати;
- кондитерські та інші борошняні вироби.

У таблиці 1.3 представлені технічні характеристики конвеєрної фритюрниці Normit Oil Deep.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики Normit Oil Deep

Показник	Значення
Продуктивність	100 кг/год
Теплова потужність нагріву	45 кВт
Електроживлення	400 В
Діапазон температур	до 180 °С
Швидкість стрічки	регулюємо
Спосіб обсмажування	занурення

Недоліком пристрою є низька продуктивність, високі енерговитрати з недостатньою можливістю регулювання режимно-конструктивних параметрів.

На рис. 1.9 зображена фритюрниця моделі LX



Рисунок 1.9 – Фритюрниця моделі LX

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики фритюрниці моделі LX

№	Показник	Значення
1	Модель	LX
2	Продуктивність	40-80 кг/ч
3	Потужність	12 кВт
4	Розмір	8250×950×2000 мм
5	Маса	5500 кг

На рис. 1.10 представлена фритюрниця безперервної дії.



Рисунок 1.10 – Фритюрниця безперервної дії

У таблиці 1.5 подано технічні характеристики фритюрниці.

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики фритюрниці безперервного дії

Показник	Значення
Продуктивність	500 кг/год
Теплова потужність нагріву	75 кВт
Електроживлення	400 В
Діапазон температур	до 180 °С
Швидкість стрічки	регулюємо
Спосіб обсмажування	занурення
Довжина	5000 мм
Ширина	400 мм

Недоліком фритюрниці є металомісткість конструкції та значні питомі енерговитрати.

Наступний пристрій для обсмажування працює наступним чином, рис. 1.11. Харчовий продукт, наприклад нарізана брусочками картопля, завантажується в один із кошиків 7, що знаходяться у лівій зірочки 6. Цей кошик, як і всі інші кошики, висить на напрямних 13, в яких знаходяться ролики 11 на осях 12, встановлених на підвісках 10 кошиків 7. Осі 12 проходять через прорізи 9 важелів 8, що рухаються разом з ланцюгами 5. Важелі 8 передають рух від ланцюгових штовхачів кошикам 7, які повільно рухаються зліва направо. Кошик 7 в момент її завантаження знаходиться поза ванною 2, однак, через деякий час, її ролики 11 потрапляють на похилі ділянки напрямних 13, в результаті чого кошик 7 опускається всередину ванни 2. Жарочна ванна 2 наповнена нагрітою олією, яка через сітчастий корпус проникає всередину кошика 7, починається обсмаження, при цьому кошик з картоплею повільно просувається вздовж ванни 2 зліва направо. Через деякий час кошик з картоплею досягає другої похилої ділянки напрямних 13 (з нахилом знизу вгору) і виходить із ванни 2. Деякий час кошик рухається над піддоном 14, при цьому масло, що витікає з кошика, стікає назад у ванну 2.

Потім кошик 7 з готовим продуктом огинає зірочку 6, розташовану справа, при цьому кошик перевертається, готовий продукт (наприклад, картопля фрі) висипається в розвантажувальний бункер 15 і потім у приймальну ємність 16.

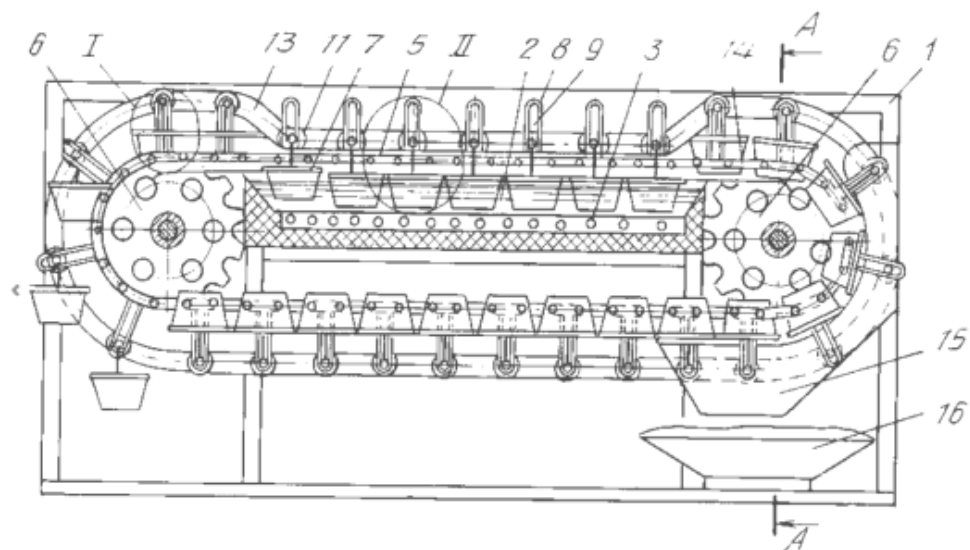


Рисунок 1.11 – Пристрій для смаження харчових продуктів

Недоліком даного пристрою є застосування в якості транспортуючого елемента для вихідного продукту кошиків з металеві сітки, при цьому продукт, зокрема картопля, нарізаний скибочками або брусочками, знаходиться в кошику нерозділеною один від одного порційною масою, що призводить до його злипання в процесі транспортування до обжарювальної ванни і нерівномірного вмісту вологи в готовому продукті, що негативно позначається з його якості.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

При цьому в пристрої відсутня система рециркуляції та фільтрації олії від механічних домішок в обжарювальній ванні, що призводить до подальшого окислення масла, його підвищеної витрати підтримання оптимального кислотного числа, а також обмежених термінів придатності готового обсмаженого продукту.

Піч для обсмажування харчових продуктів працює в такий спосіб, рис. 1.12.

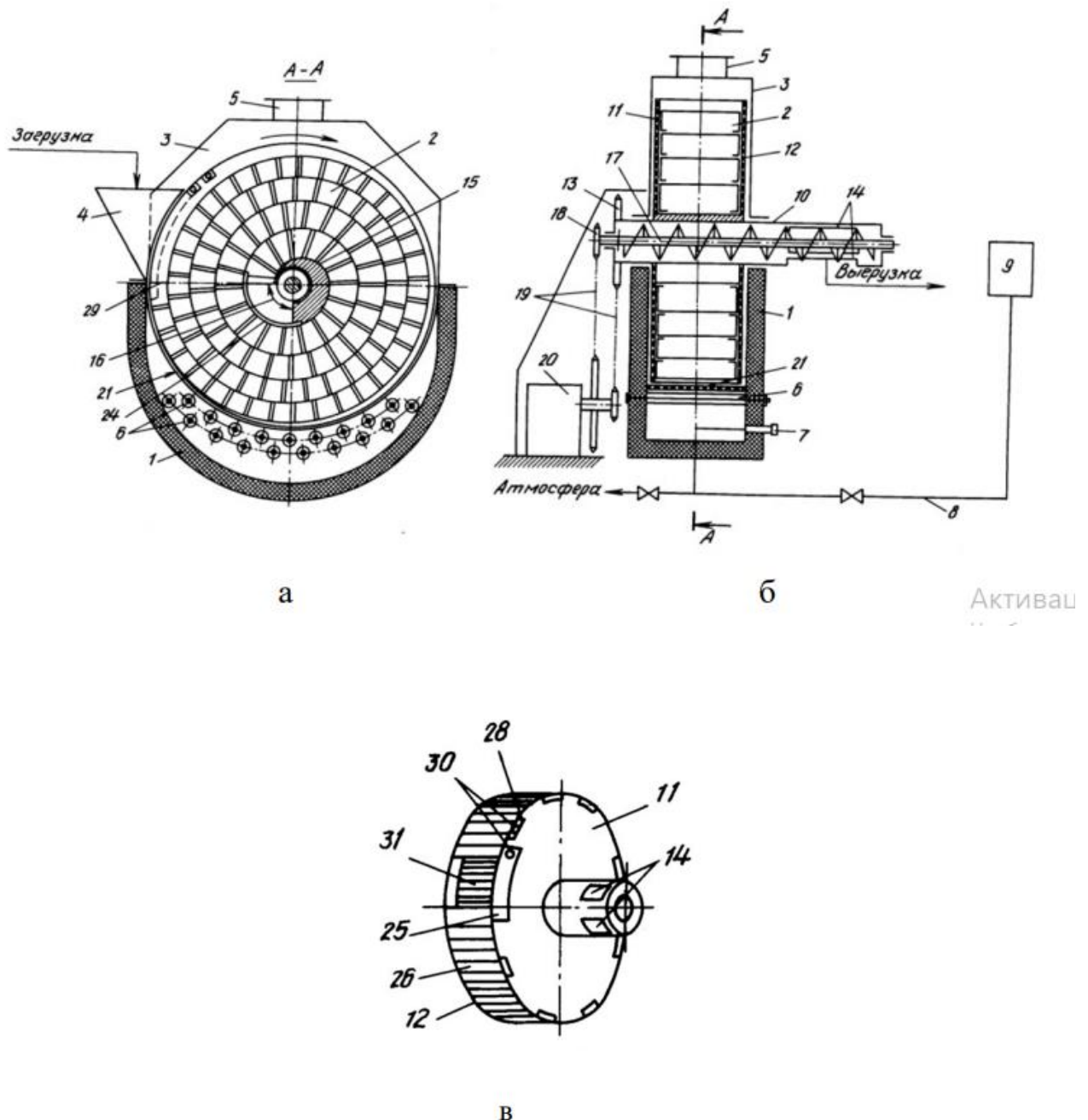


Рисунок 1.12 – Піч для обсмажування харчових продуктів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 2 ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБСМАЖУВАННЯ СКИБОЧОК ЯБЛУК ТА КАРТОПЛІ

2.1 Конструктивна схема пристрою для обсмажування

На рис. 2.1 зображено пристрій призначений для теплової обробки обсмажуванням плодоовочевої сировини в умовах сільського господарства, а також переробної промисловості та громадського харчування.

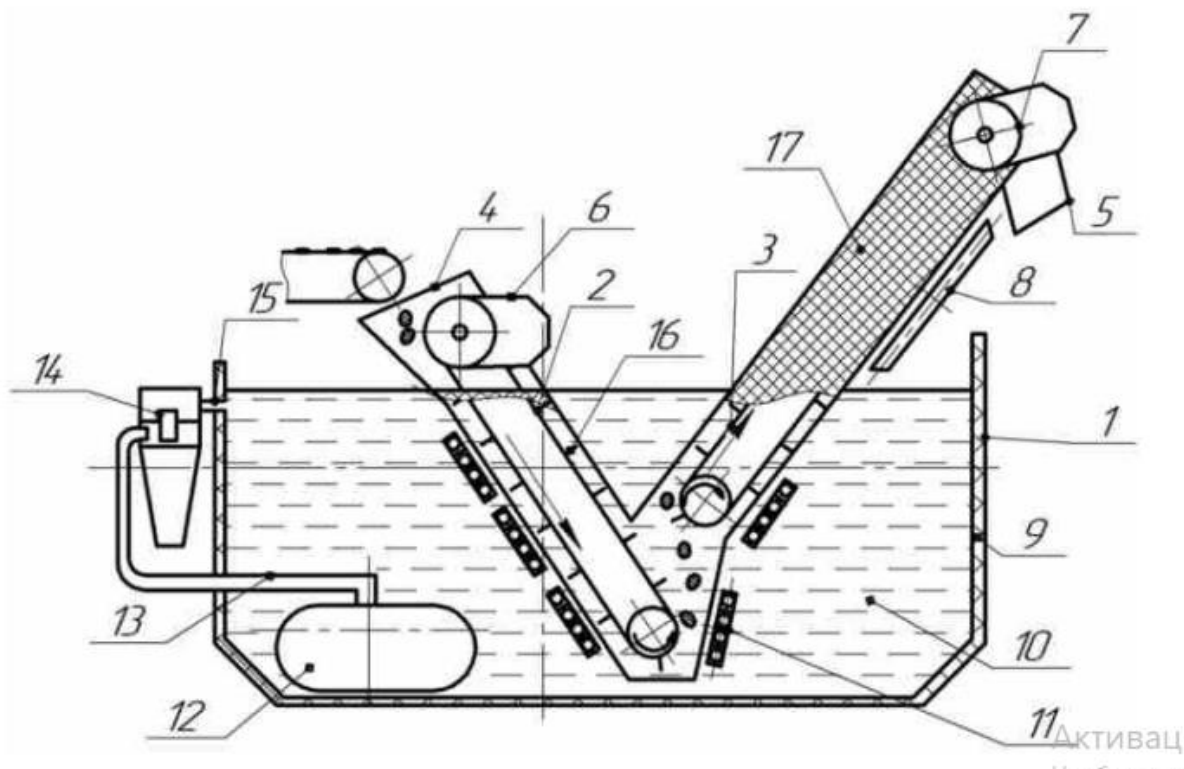


Рисунок 2.1 – Пристрій для обсмажування шматочків плодів яблук та картоплі

На рис. 2.1 зображено: 1 – корпус, 2 – завантажувальний транспортер, 3 – вивантажний транспортер, 4,5 – патрубки. 6,7 – приводи, 8 – лоток, 9 – теплоізоляційний шар, 10 – ємність з жировим середовищем, 11 – електронагрівачі, 12 – масляний насос, 13 – всмоктувальна масляна магістраль, 14 – гідроциклон, 15 – магістраль очищеної олії, 16 – скребки з жаростійкого та еластичного матеріалу, 17 – перфорований корпус.

ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Баландіна		
Перевір.		Омельченко		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Цвіркун		
Удосконалення технічних засобів теплової обробки плодоовочевої сировини			Літ.	Арк.
				19
			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО	
			Аркушів	51

Пристрій містить корпус 1, 2 завантажувальний і вивантажний 3 транспортери з патрубками 4,5 і приводами 6,7, лоток 8, теплоізоляційний шар 9, ємність 10 з жировим середовищем і електронагрівачами 11, масляним насосом 12, всмоктувальною масляною магістраллю 13, гідроциклоном 14, магістраллю очищеного масла 15; скребки 16 із жаростійкого еластичного матеріалу; перфорований корпус 17.

Пристрій працює в такий спосіб.

Продукт переміщується нижньою гілкою завантажувального транспортера. Вихідний матеріал через патрубок 4 і нижню гілку завантажувального стрічкового транспортера 2 скребками 16 в перфорованому корпусі 17 подається в ємність 10 з нагрітим до певної температури жировим середовищем. Далі продукт за рахунок спливання переміщується від завантажувального 2 до верхньої гілки вивантажного 3 стрічкового транспортера до моменту захоплення його скребками 16 і вивантаження. Обсмажений продукт через патрубок 5 відправляється на подальшу обробку. Надлишки олії стікають через отвори вивантажувальної частини перфорованого корпусу 17 і за допомогою лотка 8 направляються в ємність 10 з жировим середовищем.

При впливі на матеріал з високою питомою поверхнею, зокрема скибочка або брусочок, жирового середовища високої температури викликає швидке зневоднення, що супроводжується інтенсивним виділенням вологи з матеріалу, яка миттєво закипає і виштовхує його вертикально вгору в товщі нагрітого жирового середовища. Використання спливання для переміщення матеріалу з завантажувального до вивантажувального транспортера дозволяє знизити травмованість оброблюваного матеріалу і збільшити якість готового продукту.

Застосування у якості транспортуючих механізмів для переміщення оброблюваного матеріалу в ємності з жировим середовищем стрічкових транспортерів зі скребками з еластичних жаростійких матеріалів дозволяє виключити фактор злипання матеріалу в процесі транспортування та смаження, також знизити травмованість оброблюваного матеріалу і збільшити якість готового продукту.

Застосування системи рециркуляції та фільтраційного очищення олії від механічних домішок в обжарювальній ванні дозволяє знизити кількість мінливого масла в процесі смаження і зменшити його витрату.

Однак, застосування фіксованої відстані між скребками сітчастого транспортера може призвести до зминання і руйнування скибочок оброблюваного матеріалу в цьому просторі.

Для зниження травмованості скибочок оброблюваного матеріалу у міжскребковому просторі сітчастого транспортеру скребки виконані під пружиненими з можливістю відхилення під дією спіральної пружини у бік руху сітчастої стрічки транспортера по осі закріплення пружини, рис. 2.2.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

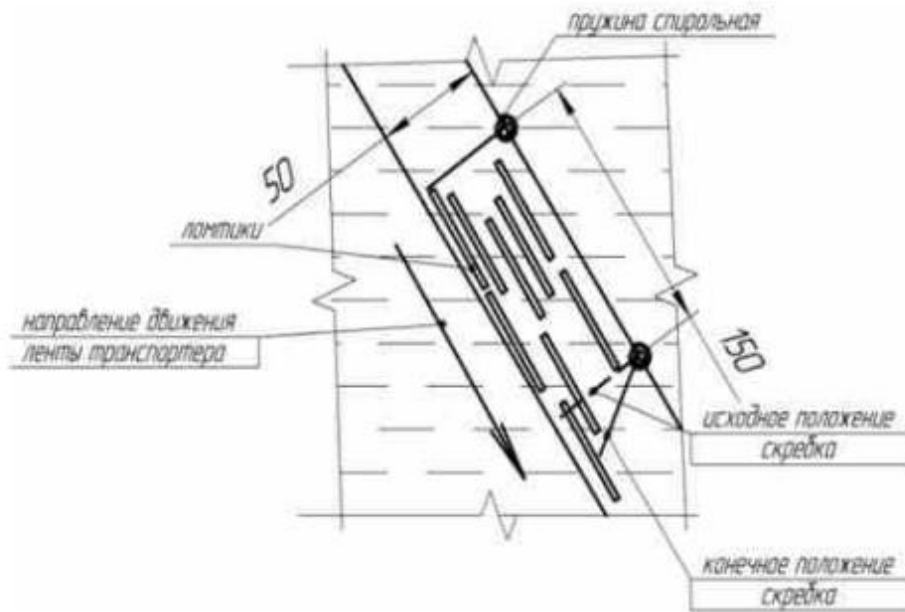


Рисунок 2.2 – Схема підпружиненого скребка

Пристрій для обсмажування скибочок яблук та картоплі зображено на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Установка для обсмажування скибочок яблук та картоплі

На рис. 3.3 зображено: 1 – ємність з робочим середовищем, 2 – система рециркуляції та очищення робочого середовища, 3 – приводи сітчастих транспортерів, 4, 5 – завантажувальний та вивантажний сітчасті транспортери

Пристрій містить ємність з робочим середовищем (олія) 1, систему рециркуляції та очищення робочого середовища 2, приводи сітчастих транспортерів 3, завантажувальний 4 і вивантажний 5 сітчасті транспортери з патрубками, електронагрівачі, блок управління. Теплова потужність пристрою реалізується 6-ма тенами по 2 кВт кожен, привід робочих органів здійснюється

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

черв'ячними двигунами редукторами потужністю 0,5 кВт кожен. Електропривод підключений до промислової мережі 380 В частотою 50 Гц.

Конструкція пристрою дозволяє коригувати наступні конструктивно режимні параметри: температури робочого середовища – олії (за допомогою двох ідентичних датчиків температури: датчика температури теплоносія, датчика температури ТЕНів); швидкості переміщення матеріалу у товщі робочого середовища, тобто, часу обсмажування (змінюючи передавальне число приводів транспортерів, за допомогою підбору шківів різного діаметру); висоти зони спливання матеріалу при переході із завантажувального на вивантажний транспортер (шляхом коригування положення транспортерів відносно один одного); кута подачі матеріалу на транспортер (шляхом переміщення стрічкового конвеєра щодо приймального патрубку завантажувального транспортера).

Принцип роботи експериментальної установки полягає в наступному.

Продукт переміщується нижньою гілкою завантажувального транспортера. Вихідний матеріал через патрубок і нижню гілку завантажувального стрічкового транспортера скребками в перфорованому корпусі подається в ємність з нагрітим до певної температури жиром середовищем. Далі продукт за рахунок спливання переміщується від завантажувального до верхньої гілки вивантажувального стрічкового транспортера до моменту захоплення його скребками та вивантаження. Надлишки олії стікають через отвори вивантажувальної частини перфорованого корпусу і за допомогою лотка направляються в ємність з жиром середовищем.

Для оцінки якісних характеристик процесу обсмажування відбувся аналіз стану готової продукції, де зазначалося кількість скибочок, травмованих у результаті переміщення транспортерами в робочому середовищі: наявність ламання, крихкості тощо.

2.2. Теоретичні основи процесу теплової обробки скибочок яблук та картоплі

Під видимою у жаркою розуміють різницю маси до обсмажування (P_1) та після обсмажування (P_2). Маса напівфабрикату після обсмажування змінюється як за рахунок видалення води, так і за рахунок вбирання рослинного масла.

Видиму у жарку $U_{\text{вид}}$ (в %) визначають за такою формулою:

$$U_{\text{вид}} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \%$$

Знання відсотка видимої у жарки необхідне для контролю роботи пристрою для обсмажування. Під справжньою у жаркою розуміють спад вологи при обсмажуванні. Справжню у жарку необхідно знати тоді, коли потрібно визначити площу поверхні нагрівальних елементів.

Справжню у жарку у відсотках ($U_{\text{ист}}$) визначають за такою формулою:

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Y_{\text{ист}} = Y_{\text{вид}} + \frac{M(100 - Y_{\text{вид}})}{100}$$

де M – кількість вбираємого сировиною масла при обсмажуванні, %, яке, у свою чергу, визначається за формулою:

$$M = \frac{M_1 - M_2}{P_2}$$

де M_1 – кількість олії до обсмажування, кг;

M_2 – кількість олії після обсмажування, кг;

P_2 – маса матеріалу після обсмажування, кг.

При обсмажуванні, за технологічними умовами, визначається значення кінцевої вологості, яка має бути у продукті. Існує поняття відносної та абсолютної вологості. Під абсолютною вологістю продукту розуміють відношення маси води $M_{\text{вл}}$, що міститься в продукті до маси абсолютно сухої речовини $M_{\text{с}}$, що у відсотках, тобто:

$$\omega_a = \frac{M_{\text{вл}}}{M_{\text{с}}} \cdot 100$$

Під відносною вологістю продукту розуміють відношення маси води до всієї маси вологого продукту M , що у відсотках:

$$\omega_o = \frac{M_{\text{вл}}}{M}$$

Задаючи кінцеву вологість продукту, до якої необхідно обсмажувати скибочки картоплі та плодів яблук, а саме 5...9 %, мають на увазі відносну вологість.

Для визначення кількості води, що випарувалася, скористаємося поняттям вологовмісту (U), під яким розуміють відношення маси води, що міститься в продукті, до маси сухих речовин $M_{\text{св}}$:

$$U = \frac{M_{\text{вл}}}{M_{\text{св}}}$$

Маса сухих речовин

$$M_{\text{св}} = \frac{A \cdot a}{100}$$

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де A – маса продукту, кг;

a – вміст сухих речовин у сировині до обсмажування, %.

Початкову масу вологи у продукті визначають за формулою:

$$M_{\text{вл}} = A - M_{\text{св}}$$

Для переведення відносної вологості у вологовміст:

$$U = \frac{\omega_0}{100 - \omega_0}$$

У процесі обсмажування відбувається вбирання сухих речовин (масла) продуктом та втрата їм вологи. У цьому випадку зазначена відносна вологість, яка повинна бути після обсмажування, дається з урахуванням сухих речовин, що вбралися.

Відносна вологість продукту без урахування сухих речовин, що вберуться під час обсмажування визначається за формулою. При цьому, маса масла, що вбралася $M_{\text{вп}}$ дорівнюватиме, кг

$$M_{\text{вп}} = P_2 \left(\frac{100 - M}{100} \right)$$

Швидкістю сушіння називається зменшення вологості матеріалу $d\omega^c$ за нескінченно малий проміжок часу $d\tau$

$$v = \frac{d\omega^c}{d\tau} \left[\frac{1}{\text{сек}} \right].$$

Швидкість сушіння залежить від форми зв'язку вологи з матеріалом та від механізму переміщення вологи у матеріалі.

Розглядається рух (спливання) скибочки у маслі в процесі смаження. Маса та об'єм скибочки змінюються в процесі обсмажування за деякими законами з плином часу:

$$m = m(t)$$

$$V = V(t)$$

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

У зміні об'єму скибочки враховуються і всі процеси, які пов'язані з виділенням водяної пари на її поверхні. Рух скибочки в рідкому в'язкому середовищі відбувається під дією сили тяжіння, виштовхуючої архімедової сили і сили опору руху середовища.

Оскільки розглядається тіло змінної маси, сила тяжіння в даному випадку також не залишається постійною:

$$G = m(t)g$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

Виштовхуюча архімедова сила залежить від об'єму тіла, що змінюється і у свою чергу є величиною змінною

$$F_A = \rho_0 g V(t)$$

де ρ_0 – щільність олії, кг/м^3 .

При заданій температурі обсмажування T щільність рослинної олії – величина постійна, проте її значення залежить від температури і може бути визначено через коефіцієнт температурного розширення η

$$\rho_0 = \frac{\rho_r}{1 + \eta(T - T_r)}$$

де ρ_r – довідкове значення щільності масла, яке відповідає температурі T_r .

Діапазон температур від 100 до 200 °С призводить до майже лінійної залежності щільності масла від температури, рис. 2.4.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

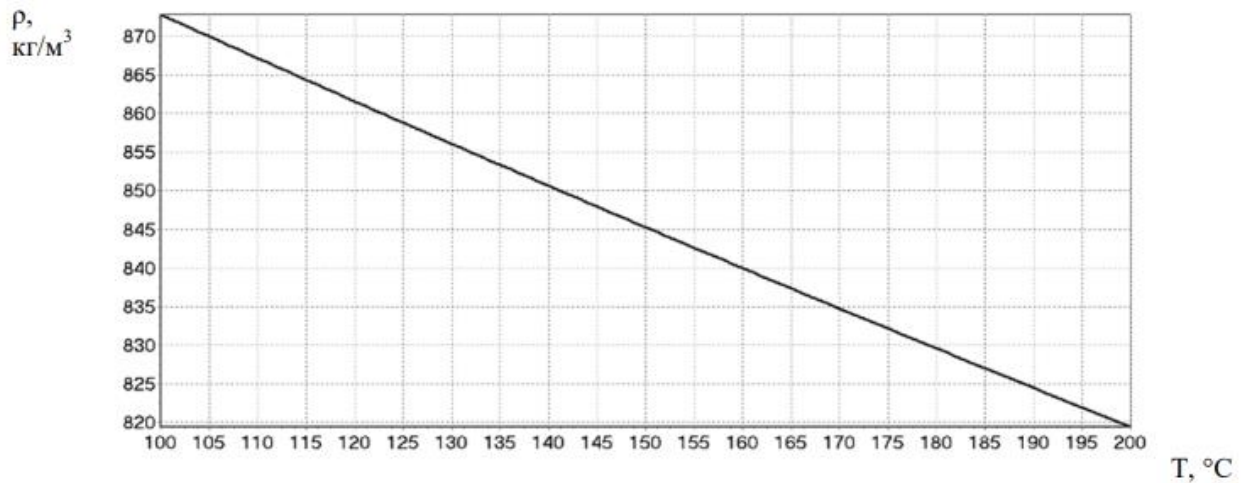


Рисунок 2.4 – Залежність щільності олії від її температури

2.3 Очищення робочого середовища від обвуглених частинок продукту та крихкості

Гідроциклони – це апарати для поділу рідких неоднорідних систем за допомогою відцентрової сили, що виникає в закрученому потоці рідини.

Особливістю таких апаратів є простота конструкції та безперервність дії (на відміну від центрифуг).

Для очищення робочого середовища від обвуглених частинок готового продукту (хрумка картопля), а також продуктів крихкості пропонується використовувати гідроциклон призначений для очищення відпрацьованих трансмісійних масел від розчинних домішок.

Щільність рослинного та трансмісійного масел практично однакова, а саме 900...920 кг/м³ і 880...900 кг/м³ відповідно. Відповідно, для порівняння їх реологічних характеристик можна використовувати як динамічну так і кінематичну в'язкість.

Однак, відомо, що динамічна в'язкість рослинної олії з підвищенням температури значно знижується, а саме у 6 разів (при зміні від 20 ... 100 °C). З огляду на це, перетворивши кінематичну в'язкість рослинної олії для умов роботи установки для обсмажування отримуємо 9,6...15,3 мм²/с, що дозволяє використовувати експериментальний гідроциклон для цілей очищення рослинної олії від обвуглених частинок продукту та крихкості.

Гідроциклон та схема розміщення кільцевої вставки зображено на рис. 2.5, рис. 2.6.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

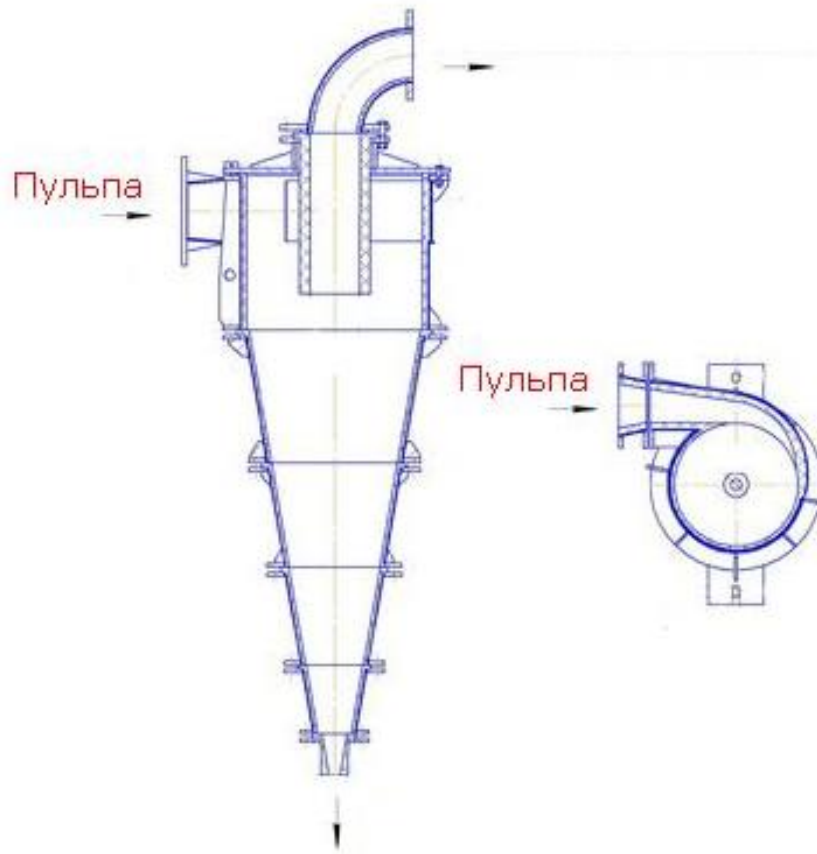
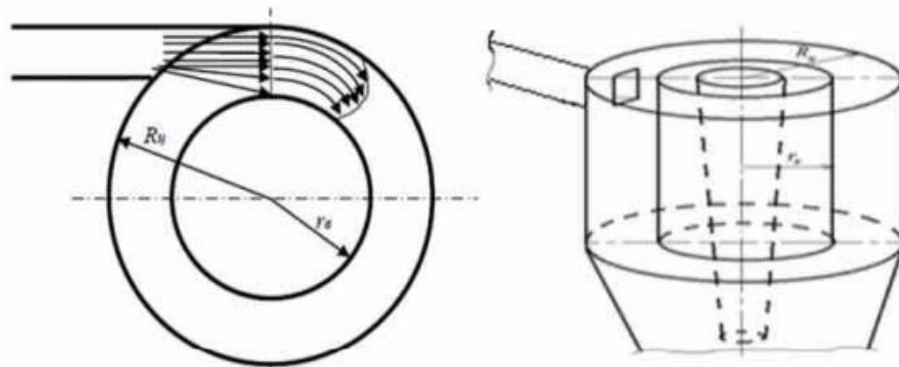


Рисунок 2.5 – Гідроциклон



$R_{ц}$ – радіус циліндричної частини гідроциклону,
 $r_{в}$ – радіус кільцевої вставки

Рисунок 2.6 – Схема розміщення кільцевої вставки у гідроциклоні

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.1 – Основні конструктивні параметри гідроциклону

Конструктивні параметри	Значення параметрів
Довжина кільцевої вставки, мм	48
Висота циліндричної частини гідроциклону, мм	80
Діаметр вхідного отвору, мм	12
Діаметр гідроциклону, мм	80
Ширина вхідного отвору, мм	13
Висота вхідного отвору, мм	5
Кут нахилу вхідного патрубку, град	5
Кут конусної частини гідроциклону, град.	15
Діаметр нижнього вивідного отвору діафрагми, мм	8,5
Діаметр нижнього зливного отвору, мм	6
Діаметр патрубка для виведення очищеної олії, мм	14
Діаметр верхнього вивідного отвору діафрагми, мм	19
Довжина занурення діафрагми в циліндричну частину гідроциклону, мм	80
Висота кришки гідроциклону, мм	26
Довжина занурення діафрагми в кришку гідроциклону, мм	18
Висота діафрагми, мм	100
Висота конічної частини гідроциклону, мм	158
Висота змінної насадки, мм	2
Висота гідроциклону, мм	249

2.4 Обґрунтування конструктивних параметрів транспортерів пристрою для обсмажування

Для розрахунку конструктивних параметрів транспортерів пристрою для обсмажування необхідно задатися його продуктивністю по сировині в 100 кг/год (М).

Для обсмажування одиниці готової продукції необхідно 30 ... 45 сек. Отже, отримаємо кількість сировини, що проходить транспортерами пристрою за 1 хв, кг/хв

$$n_c = \frac{M}{60}$$

$$n_c = \frac{100}{60} = 1,66$$

Для розрахунку довжини та ширини транспортерів необхідно визначити площу сировини $S_{л}$, яка знаходиться одночасно при обсмажуванні. Знаючи діаметр скибочки $D_{л}=60$ мм, а також його масу $m_{л}=8$ г, отримаємо:

$$S_{л} = \frac{n_c}{m_{л}} \cdot \pi \frac{D_{л}^2}{4}$$

$$S_{л} = \frac{1,66}{0,008} \cdot 3,14 \cdot \frac{0,06^2}{4} = 0,59, \text{ м}^2$$

З урахуванням того, що скибочки розташовуються на транспортерах у товщі олії, а, отже, в кілька рядів, отримаємо площу ряду $S_{лр}$.

$$S_{лр} = \frac{S_{л}}{n_p}$$

де n_p – кількість рядів, займаних скибочками.

$$S_{лр} = \frac{0,59}{3} = 0,2$$

З урахуванням округлої форми ломтиків збільшимо площу відповідно коефіцієнту запасу k ($k=2$) та отримаємо площу робочої сторони конвеєрних стрічок S_k .

$$S_k = S_{лр}k$$

$$S_k = 0,2 \cdot 2 = 0,4, \text{ м}^2$$

Підберемо стандартну ширину стрічки сітчастого транспортера $b_T=400$ мм, тоді довжина l_T :

$$l_T = \frac{S_k}{b_T}$$

$$l_T = \frac{0,4}{4} = 1, \text{ м}$$

Отже, скибочкам у нагрітій олії для повного обсмажування необхідно пройти відстань 1 м.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Знайдемо швидкість v_T транспортерів. З огляду на те, що для обсмажування одиниці готової продукції необхідно 30 ... 45 с, отримаємо:

$$v_T = \frac{l_T}{t_{\text{обж}}}$$

де $t_{\text{обж}}$ – час повного обсмажування одиниці готової продукції, хв.

$$v_T = \frac{1}{0,75} = 1,33$$

Знайдемо висоту скребків стрічки сітчастого транспортера, що рухаються усередині перфорованого корпусу. Відстань між перфорованим корпусом і робочою частиною стрічки транспортера утворює зону руху скибочки в нагрітій олії, що здійснює переміщення скибочки зі стрічкою за допомогою скребків. Товщина скибочки до обсмажування становить 2 мм, при цьому на транспортері вони знаходяться в кілька рядів пр, тобто, висота скребків складе, з урахуванням проміжків – 10 мм, а для оптимальних умов знаходження сировини в маслі, без інертних втрат у температурі, пов'язаних з випаром вологи – 50..60 мм, що дозволяє у свою чергу підвищити продуктивність за сировиною в 2...2,5 рази.

Продуктивність та режими роботи пристрою залежать від кутів нахилу транспортера та їх швидкості. Коригування кутів нахилу змінює відстань проходження порції матеріалу в нагрітій олії, а також час його перебування у ньому. Але зміна кутів нахилу обмежена розміром ємності з жиром середовищем.

Визначимо обсяг ємності. З огляду на те, що транспортери візуально утворюють рівнобедрений трикутник з рівними сторонами в 1 м, а також два прямокутних трикутника, з гіпотенузами рівної довжини стрічки в 1 м, кут нахилу транспортерів щодо нормалі $\beta_T = 30^\circ$ і шириною стрічки $b_T = 0,4$ м отримаємо довжину ємності D_e (рис. 2.7).

$$D_e = 2l_T \sin \frac{2\beta_T}{2}$$

$$D_e = 2 \cdot 1 \cdot \sin \frac{60}{2} = 1 \text{ м}$$

Знайдемо висоту ємності B_e

$$B_e = l_T \cos \beta_T$$

$$B_e = 1 \cdot \cos 30^\circ = 0.87 \text{ м}$$

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

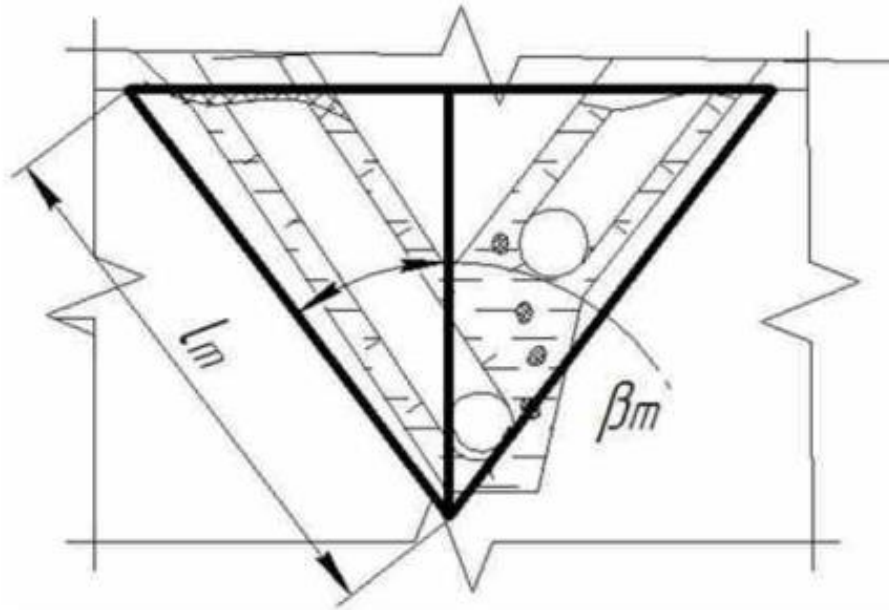


Рисунок 2.7 – Схема визначення геометричних параметрів пристрою для обсмажування

Ширину ємності $Ш_е$ приймемо рівною шириною стрічки, збільшивши її на 25%

$$Ш_е = b_т + (b_т \cdot 25)/100$$

$$Ш_е = 0,4 + \frac{0,4 \cdot 25}{100} = 0,5 \text{ м}$$

Об'єм ємності дорівнює:

$$V_е = (D_е B_е Ш_е) \cdot k_е$$

де $k_е$ – коефіцієнт запасу ємності ($k_е = 1,5$).

$$V_е = (1 \cdot 0,87 \cdot 0,5) \cdot 1,5 = 0,65, \text{ м}^3$$

2.5 Процеси випаровування вологи та вбирання олії скибочками яблук та картоплі

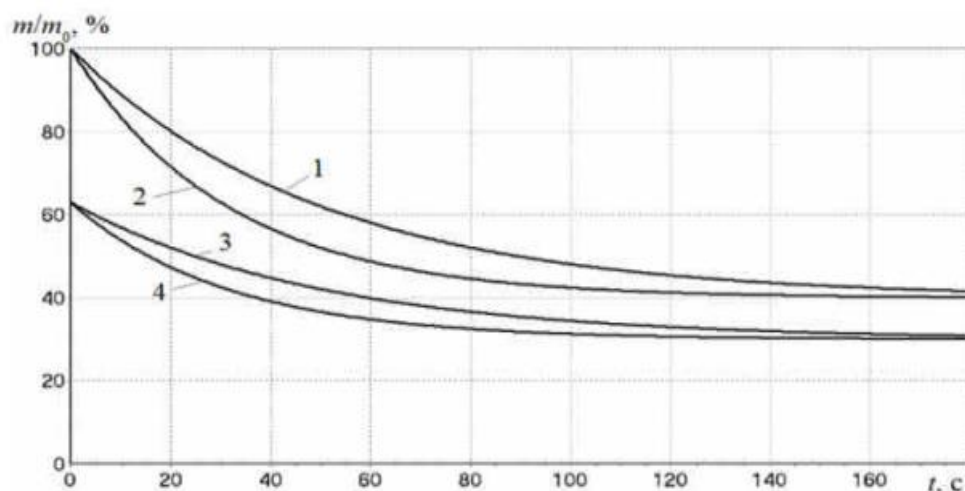
Процес обсмажування супроводжується процесами випаровування вологи, що міститься в скибочці та вбирання олії. За рахунок випаровування вологи маса та обсяг скибочки зменшуються з плином часу.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Проте за рахунок вбирання олії спостерігається зворотний ефект – маса та об’єм скибочки під час обсмажування збільшуються. Об’єм скибочки також змінюється за рахунок структурних змін, які притаманні під час термічної обробки овочів.

Крім того, у процесі випаровування волога виділяється на поверхню скибочки у вигляді бульбашок водяної пари, які створюють додатковий об’єм і збільшують тим самим величину сили, що виштовхує. При інтенсивному паровиділенні бульбашки пари зростають, досягаючи критичного розміру, відриваються від скибочки, а їм на зміну приходять нові.

Характеристики зміни маси наведено на рис. 2.8.



1 – без попереднього сушіння при температурі обсмажування 150°C; 2 – без попереднього сушіння при температурі обсмажування 180°C; 3 – з попереднім сушінням при температурі обсмажування 150°C; 4 – з попереднім сушінням при температурі обсмажування 180°C

Рисунок 2.8 – Зміна маси скибочки картоплі під час обсмажування в відсотках від первісної маси

Криві 3 і 4 показують процес обсмажування з попереднім сушінням і починаються зі значень маси, що відповідають підсушеним скибочкам. Зменшення маси під час смаження при вищій температурі (криві 2 і 4) відбувається швидше, але кінцеві значення після завершення процесу виходять на однаковий рівень. Характер зміни маси при прожаренні картоплі та яблук відрізняється незначно.

Характер зміни обсягу скибочок картоплі (рис. 2.9) та плодів яблук (рис. 2.10) має різний характер.

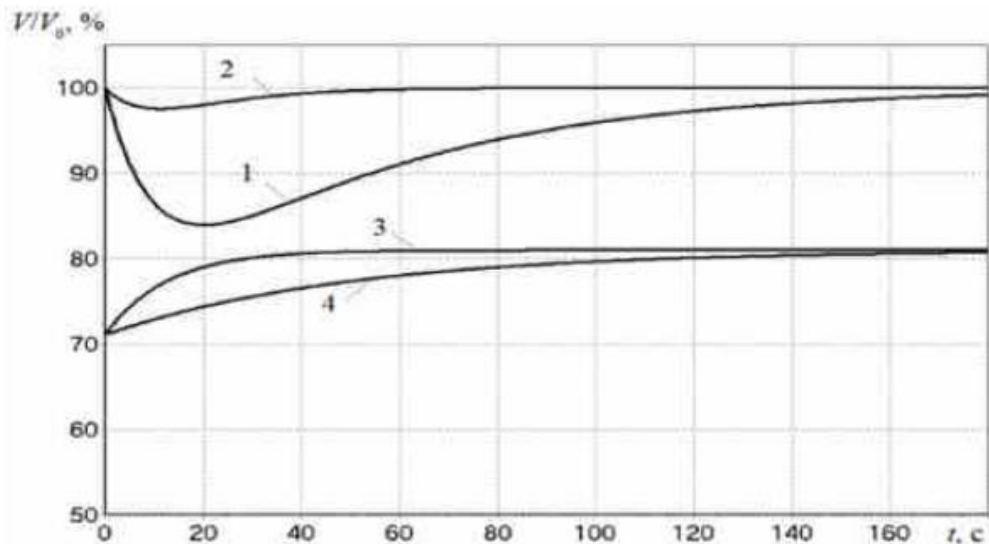


Рисунок 2.9 – Зміна об'єму скибочки картоплі під час обсмажування в відсотках від первісного обсягу

1 – без попереднього сушіння при температурі обсмажування 150°C; 2 – без попереднього сушіння при температурі обсмажування 180°C; 3 – з попереднім сушінням при температурі обсмажування 150°C; 4 – з попереднім сушінням при температурі обсмажування 180°C

Так, для картоплі характерно, що скибочка спочатку зменшується за рахунок випарювання води, а потім збільшується досягаючи до кінця смаження своїх первісних розмірів. У попередньо підсушеній скибочці з самого початку смаження переважає процес збільшення обсягу. Для яблука зміна об'єму носить лише характер зменшення. За більш високої температури зазначені процеси протікають швидше.

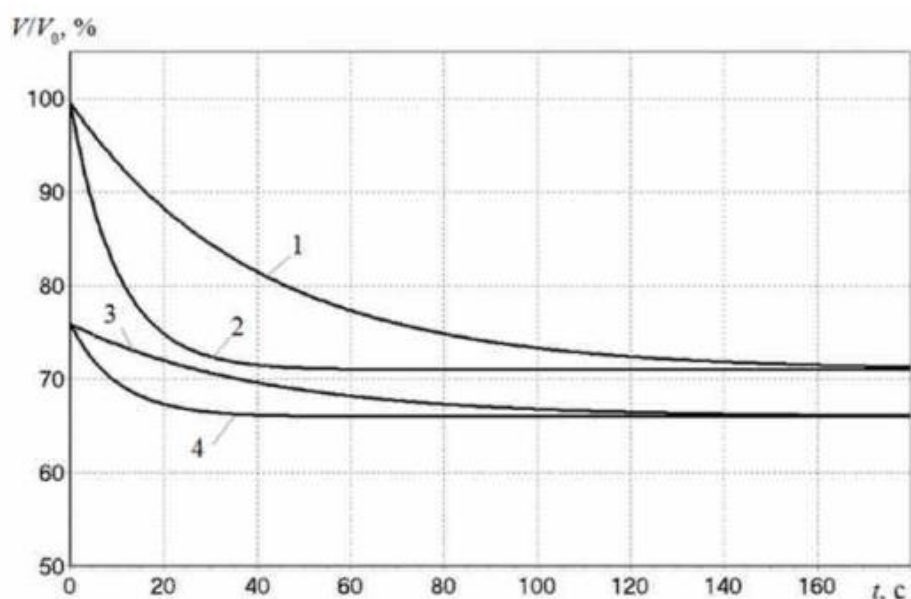


Рисунок 2.10 – Зміна об'єму скибочки яблука при обсмажуванні у відсотках від початкового обсягу

1 – без попереднього сушіння при температурі обсмажування 150°C; 2 – без попереднього сушіння при температурі обсмажування 180°C; 3 – з попереднім сушінням при температурі обсмажування 150°C; 4 – з попереднім сушінням при температурі обсмажування 180°C

2.5.1 Визначення оптимальних режимів для обжарювання скибочок яблук та картоплі

Висоту зони спливання скибочки при переході із завантажувального на вивантажувальний транспортер приймемо рівною 100 мм, оскільки, враховуючи діаметр скибочки 50...70 мм, менша висота зони спливання може травмувати його при захопленні скребками вивантажувального транспортера.

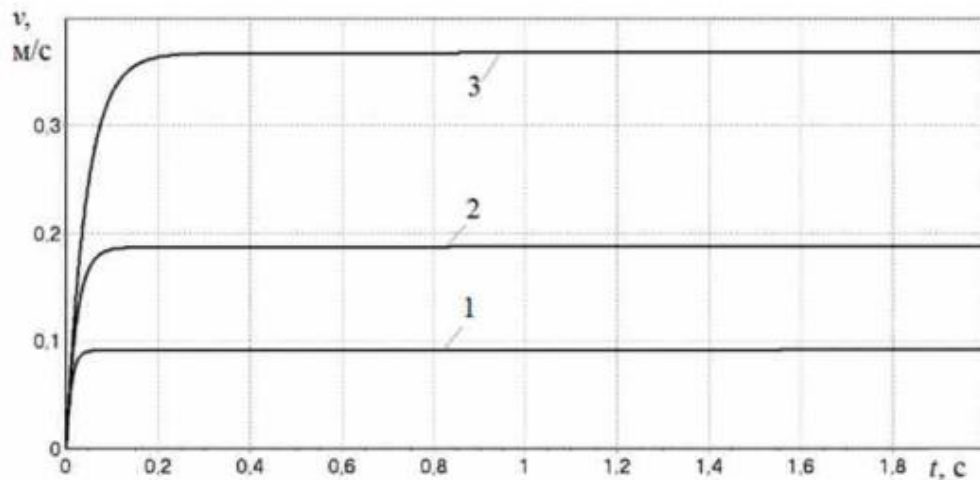


Рисунок 2.11 – Зміна швидкості скибочки у зоні спливання

1 – діаметр скибочки $D = 35$ мм, 2 – $D = 50$ мм, 3 – $D = 70$ мм

Як видно з графіка діаметр скибочки надає значний вплив на швидкість його спливання, при цьому спочатку спостерігається зростання швидкості під час активного випаровування вологи і далі зі зниженням залишкової вологості крива виходить на постійне значення по вертикальній осі координат.

Важливими факторами, що впливають на динаміку спливання скибочки, є параметри зміни маси та обсягу скибочки за минулий від початку обсмажування час, температура обсмажування та розміри скибочки. Найбільш істотно на динаміку спливання впливають розміри скибочки. Чим більша скибочка, тим інтенсивніше відбувається процес випливання. Оскільки скибочка потрапляє в зону спливання в кінці процесу обсмажування, коли цей процес у значному ступені вже завершений, вплив температури на динаміку руху скибочки порівняно невеликий. При цьому, більш висока температура олії призводить до меншої швидкості руху скибочки, що пояснюється більш швидкою жаркою в більш гарячому маслі і, отже, швидшим процесом зміни маси та обсягу.

З метою отримання раціональних технологічних режимів зневоднення при обсмажуванні яблук та картоплі в олії скибочки яблук обсмажувалися на різних режимах, рис. 2.12. Перед обсмажуванням сировина подрібнювалася на скибочки товщиною не більше 2,1 мм.

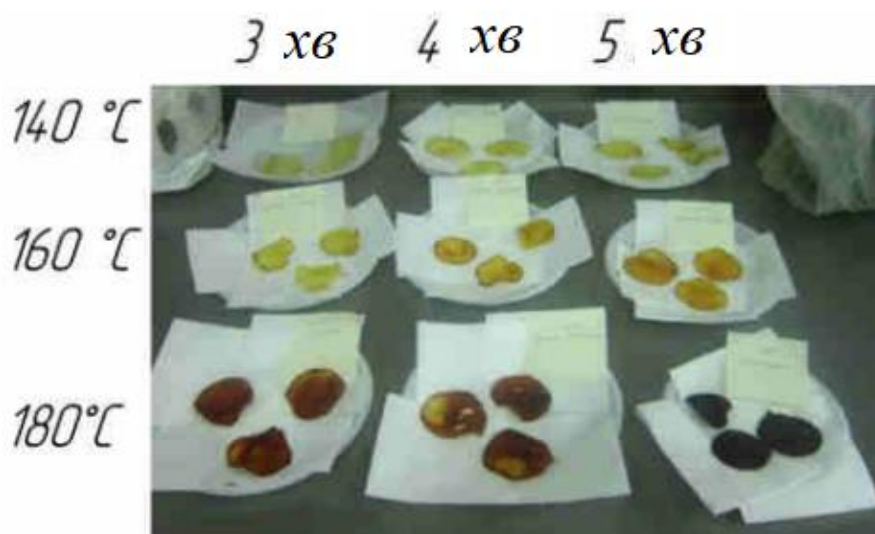


Рисунок 2.12 – Скибочки яблук обсмажені на різних режимах

Температурний режим у 140°C викликав недостатнє обсмажування сировини, яка не стала хрусткою, тобто «проварилася» на всіх тимчасових режимах. При цьому відносна вологість продукції не забезпечувала відповідність технічним вимогам їх виготовлення.

Збільшення площі поверхні скибочки збільшує його здатність вбирати масло і зменшує час смаження. Відповідно, для виробництва обсмажених яблучних чіпсів необхідно використовувати плоди з меншою кількістю цукрів, а саме кислі сорти яблук.

При цьому карамелізація такої оброблюваної сировини при впливі високих температур буде оптимальна за органолептичними характеристиками. Використання «солодких» сортів при обсмажуванні надає скибочкам темного кольору ще до готовності, що супроводжується запахом «паленого цукру».

Зі збільшенням часу обсмажування (3, 4, 5 хв) скибочок кількість вбираємої ними олії зростає майже лінійно (55,6; 57,9; 66,7 % при температурі 140 °C). При цьому волога, виходячи у вигляді пари з товщі скибочки розриває його структуру, збільшуючи площу його поверхні, що сприяє підвищеному вбиранню олії.

При збільшенні температури обсмажування (140, 160, 180°C) на одному і тому ж часовому режимі знижується кількість вбираємої скибочкою олії на 66,7; 61,5; 55,6% (для часу обсмажування 5 хв). При обсмажуванні волога з внутрішніх шарів скибочки підводиться до поверхні, але оскільки швидкість дифузії води менша за швидкість поширення теплового потоку всередині плодів, то незабаром поверхневий шар зневоднюється, а масло дифузійним шляхом надходить у структуру продукту.

Теплопровідність соняшникової олії в 4...5 разів нижче теплопровідності води, тому шар масла, що утворився на поверхні скибочки різко знижує підведення тепла до центру сировини. Товщина поверхневого шару олії у продукті залежить від температури олії, чим вище температура – тим менше маса ввібраного масла. З урахуванням того, що скибочка має незначну товщину, то вона буде вже зневодненою по всьому обсягу.

Попереднє конвективне сушіння скибочок скорочує час просмаження, отже, і кількість всмоктування масла (для температури 180 °С – час обсмажування скоротився в 2 рази і склав 1,5 хв). При попередньому сушінні відбувається зниження вологості та збільшення вмісту сухих речовин. Попереднє сушіння збільшує міцнісні властивості скибочок, перешкоджаючи їх руйнуванню у процесі обсмажування і після тривалого зберігання в упаковці.

Було встановлено попередні технологічні режими зневоднення скибочок обсмажування: температура обсмажування 180 °С, час обсмажування – 1,5...3 хв для картоплі та яблук, попереднє сушіння матеріалу при 125 °С протягом 10 хв. Дані технологічні режими дозволяють досягти мінімального значення кількості масла в продукті – не більше 40%.

2.6 Обробка плодоовочевої сировини за допомогою конвективного сушіння

Необхідним для отримання оптимальних режимів обсмажування є досягнення мінімального вмісту масла в скибочці, що дозволить підвищити його терміни зберігання та органолептичні показники. Слід зазначити, що найбільш значущими факторами, що впливають на здатність скибочки вбирати масло є температура обсмажування в жировому середовищі, час обсмажування, а також попередня вологість матеріалу.

1. Перша схема. Попереднє сушіння матеріалу, подрібненого на скибочки товщиною 2,1 мм при 125°С протягом 20 хвилин і подальше обсмажування в олії при 170°С протягом 30...50 секунд. Застосування температури і часу попереднього сушіння дає небажану реакцію карамелізації цукрів у структурі оброблюваного матеріалу.

2. Друга схема. Тільки обсмажування сировини в олії при 170°С протягом 1...1,5 хвилини.

Вивчалися такі параметри:

- зміни маси сировини внаслідок висушування та обсмажування;
- зміни товщини матеріалу в результаті висушування та обсмажування;
- зміни обсягу сировини внаслідок висушування та обсмажування;
- кількість всмоктаної скибочкою олії у % до маси обсмаженої скибочки.

Внаслідок теплової обробки скибочки картоплі та яблук втратили більше 60 % маси при обсмажуванні без попереднього етапу сушіння.

Розглянемо характер зміни товщини сировини при сушінні та обсмажуванні. Картопля і яблука були подрібнені на скибочки завтовшки 2,1 мм. При цьому після сушіння скибочки картоплі та яблук зменшилися у товщині (з 2,1 до 1,5 та 1,6 мм відповідно). Подальше обсмажування в олії при

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

температурі 170 °С протягом 30 ... 50 секунд підсушених скибочок картоплі товщиною 1,5 мм викликало відновлення їх первинного об'єму і товщини в 2,1 мм. Структура скибочок картоплі при обсмажуванні з внутрішньої сторони скибочки ставали більш хрусткими з порожнинами повітря всередині.

Як видно з рис. 2.13, первісний обсяг був відновлений заміщенням вологи, який був втрачений в процесі сушіння. Обсмажування скибочок яблук до утворення порожнин не призвело, скибочки зменшилися в обсязі та товщині – 1,5 мм відповідно. При цьому відзначався приємний кислий смак зразків, а також хрумка консистенція.



а – яблука, б – картопля

Рисунок 2.13 – Обсмажені скибочки картоплі та яблук

Обсмаження скибочок картоплі та яблук з попереднім сушінням і без нього показали, що вся досліджувана сировина, яка обсмажена з етапом попереднього сушіння має знижений вміст олії. Сировина обсмажена з етапом попереднього сушіння має приємний смак та аромат готового продукту без запаху олії.

Внаслідок обсмажування сировини у жировому середовищі відбувається складний масообмін, видалення вологи з продукту в результаті випаровування, також дифузійне поглинання олії сировиною, що класифікує цей процес як масопередача в системах з нерухомою поверхнею (рідкість-тверде тіло).

При цьому кількість випареної вологи заміщується деякою кількістю олії, пропорційною кількості вологи, що знаходиться в цей момент у плодово-овочевій сировині. У випадку, коли сировина пройшла попереднє сушіння і далі обсмаження – кількість олії буде значно нижчою, ніж у сировині, що надійшла на обсмажування без попереднього сушіння, саме в 1,5...1,8 рази.

На основі вище зазначеного, можна вважати наступне: попереднє сушіння сировини при 125°С протягом 20 хв., далі обсмажування при температурі 170°С 30..35 секунд для картоплі та 35...45 секунд для яблук. При цьому фактор попереднього сушіння є найважливішим, що дозволяє створити на поверхні скибочки захисний шар із підсохлих клітин, що перешкоджають дифузійному вбиранню олії в структуру скибочки.

РОДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Вимоги безпечної організації робіт та виробничих процесів

У цеху використовується високомеханізоване та теплове обладнання, яке оснащено поточними механізованими виробничими лініями та іншим сучасним обладнанням. У зв'язку з цим підвищується потенційний ризик травматизму у шкідливих ситуаціях, ступінь ризику професійного захворювання, істотний вплив умов праці на здоров'я працівників.

Метеорологічні умови виробничого середовища впливають на процес теплообміну і характер роботи. У тепловому визначенні високі температури можуть спричинити швидке стомлення працівників, перегрівання тіла та викликати застуду.

Вологість повітря істотно впливає на терморегуляцію організму. Висока відносна вологість (відношення вмісту водяної пари до її максимально можливого вмісту для того ж об'єму в місті) у приміщенні при високих температурах повітря може призвести до перегріву тіла, а при низьких температурах – збільшує тепловіддачу до поверхні шкіри, що призводить до переохолодження. Низька вологість може стати причиною пересихання слизових оболонок працівників.

Оптимальні показники поширюються на всю робочу зону, а у випадках, коли з технічних чи економічних причин неможливо забезпечити найкращий стандарт, допустимі показники встановлюються окремо для постійної та непостійної роботи.

Недостатнє освітлення на робочих місцях ускладнює тривалу роботу, що призводить до підвищеної стомлюваності, що призводить до розвитку короткозорості, а низький рівень освітлення призводить до апатії та млявості.

Використовуйте комбіноване та природне освітлення, щоб забезпечити більш рівномірний розподіл світла у виробничому приміщенні.

Для забезпечення недоступності до обладнання та струмопровідних частин мережі можна використовувати суцільні та сітчасті огорожі. Міцна конструкція огорож (корпуси, чашки, шафи, закриті панелі) та сітчастих конструкцій для електроустановок і мереж напругою до 1000 вольт і вище. При обслуговуванні та ремонті електроустановок та електромереж необхідно застосовувати електрозахисні засоби, у тому числі: ізоляційні шланги, ізоляційні та електровимірювальні щипці, верстаки та монтажний інструмент з ізоляційними ручками, ізоляційні рукавички, ізоляційні чоботи, бахіли, килими тощо.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Баландіна</i>			Удосконалення технічних засобів теплової обробки плодовоовочевої сировини	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Омельченко</i>					4	51
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>		<i>Цвіркун</i>						

Безпечна експлуатація посудин під тиском досягається за рахунок використання високоякісних матеріалів для правильного розрахунку статичних і динамічних навантажень і правильної конструкції посудини, і, нарешті, шляхом створення нормальних умов експлуатації. Статистичний аналіз вибухів у парових котлах, газозбірниках, компресорних установках, автоклавах і балонах показує, що більшість вибухів відбувається при перевищенні допустимого проектного тиску.

Відповідно до регламенту кожне теплове обладнання оснащено: запобіжним клапаном, нанотрубками (одна робоча та одна контрольна), із зворотним клапаном на лінії опалення для подачі води в котел, приладом індикації води, запірною арматурою і зливний клапан або клапан. У більшості випадків на парових котлах встановлюють запобіжні клапани, які при перевищенні тиску ліміту автоматично відкриваються і випускають надлишок пари або повітря в атмосферу, знижуючи тиск у фритюрниці або ресивері до межі.

3.2 Вимоги до виробничого обладнання, його розміщення та організації робочих місць

При розробці технічної документації на обладнання слід враховувати вимоги безпеки виробничого обладнання для його розміщення та організації виробничого процесу. Устаткування повинно відповідати вимогам охорони праці протягом усього процесу експлуатації та використовуватися відповідно до вимог технічної документації, затвердженої в установленому порядку.

Виробниче обладнання під час роботи не повинно забруднювати навколишнє середовище, а кількість викидів шкідливих речовин не повинна перевищувати допустиму величину, передбачену нормативними документами, затвердженими програмою.

Обладнання, що застосовується підприємством, повинно відповідати вимогам нормативно-правових і технічних документів. Виробнича документація та інструкції з експлуатації затверджуються роботодавцем підприємства за погодженням з відповідними контролюючими органами.

Розміщення технічного обладнання в межах промислового підприємства здійснюється з урахуванням вимог затвердженої в установленому порядку техніко-технічної документації. Робоче місце повинно відповідати вимогам охорони праці та затвердженим у встановленому порядку нормативним документам.

Виробниче обладнання повинно бути розміщене так, щоб забезпечити легкі та безпечні умови для обслуговування, ремонту та гігієни, а також уникати зустрічного та перехресного потоку під час переміщення працівників. Обладнання повинно бути пофарбоване в колір, що відповідає нормативним документам.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Машини, механізми, установки повинні бути обладнані органами керування, попередження, гасіння та аварійної сигналізації відповідно до технічної документації, затвердженої наказом.

Виробниче обладнання повинно проходити періодичні технічні огляди та випробування у терміни, які визначені інструкцією з експлуатації, затвердженою в установленому порядку.

Частини конвеєра, до яких можуть увійти працівники, повинні бути відгороджені. Якщо конвеєр розташований над робочим місцем, то на конвеєрі повинні бути встановлені захисні екрани для захисту працівників від падіння матеріалу.

Захисні огорожі, кришки, люки, завантажувальні отвори для всіх видів обладнання повинні бути забезпечені засобами для надійного утримання в закритому (робочому) положенні і, при необхідності, заблокованими з приводними засобами, що запобігають приведення обладнання в дію.

Опалювальне обладнання та тепломережа системи гарячого водопостачання повинні відповідати вимогам нормативних документів. Джерела тепла (плитки, шафи, сушильні, всі інші види теплогенеруючого обладнання, а також пара, гаряча вода, газ, вентилятори) повинні мати засоби та пристрої, що виключають або обмежують виділення конвекції та променевого тепла в робочу кімнату.

Запобіжні клапани для гарячого обладнання повинні мати пристрої у вигляді нагнітальних ліній для захисту працівників від опіків.

На вихідних трубах і стоках не повинно бути запірної арматури.

При виготовленні тари необхідно дотримуватись чинних вимог охорони праці деревообробної промисловості.

Інгредієнти, упаковка та пакувальне обладнання для чіпсів повинні експлуатуватися відповідно до вимог технологічної специфікації.

При експлуатації електроустановок необхідно дотримуватися технічних правил експлуатації електроустановок. Для утримання техніки та обладнання у робочому та безпечному стані необхідно забезпечити своєчасне технічне обслуговування, ремонт, випробування та перевірку нормативних документів, затверджених у встановленому порядку.

Під час ремонту сушарки на клапані паропроводу опалювального приладу, а також на електростартері та електрощиті має бути вивішений попереджувальний плакат: «Не відкривати! Працюють люди».

Організації повинні мати щорічний план технічного обслуговування та ремонту обладнання підвищеної небезпеки, який затверджений роботодавцем або особою, відповідальною за технічний стан.

Ремонт і технічне обслуговування повинні проводитися в спеціально призначених приміщеннях із застосуванням обладнання, пристосувань, устаткування та інструментів, передбачених ремонтними роботами та технологією ремонту.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека передбачає забезпечення захисту матеріальних цінностей підприємства на всіх етапах його життєвого циклу (наукова розробка, проектування, будівництво та експлуатація). Основною системою пожежної безпеки є протипожежний захист і системи протипожежного захисту, включаючи організаційно-технічні заходи.

Пожежний захист забезпечується використанням якомога більшої кількості негорючих і легкогорючих речовин і матеріалів. Обмеження кількості легкозаймистих речовин та їх розміщення, ізоляція горючого середовища, запобігання поширенню вогню за межі топки, використання вогнегасних засобів, використання конструкцій об'єктів зі встановленими межами вогнестійкості та горючості, евакуація людей, системи димовидалення, використання пожежної сигналізації, організація пожежної охорони промислових об'єктів.

Використовуваний вогнегасний засіб має максимально обмежувати розміри вогню та забезпечувати швидке його гасіння. Основне протипожежне обладнання: вогнегасник, азбестова тканина, ящик з піском, ємність з вогнегасним порошком, джерело води та засоби постачання.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						41
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота присвячена удосконаленню технічних засобів теплової обробки плодоовочевої сировини. У роботі пропонується використовувати не лише картоплю, а й плоди яблука як сировину з подальшим подрібненням на скибочки для обсмажування. Попередні данні показали, що готова продукція має приємний смак і аромат з характерною «хрусткою» консистенцією. Сушені чіпси з яблука поширені у споживанні та популярні абсолютно у всіх верств населення, будучи поки що незвичайними ласощами, у порівнянні з картопляними чіпсами. Яблучні чіпси виготовляють у вигляді тонких сухих рум'яних скибочок з яскравим, легким, природним смаком. Перевагою такого сушеного продукту є високий вміст вітаміну С (до 30% від добової норми).

У першому розділі приділено увагу засобам механізації теплової обробки плодоовочевої сировини. Для обсмажування плодів і коренеплодів існує безліч машин різного типу. Технологічний процес смаження картоплі в шарі олії з використанням фритюрниці протікає безперервно. Обсмажені овочі (морква, кабачки, баклажани), які в подальшому йдуть на виробництво овочевих консервів та закусок типу баклажанної ікри; продукти фаст-фуду – виготовлення картоплі фри та хрусткої картоплі; м'ясні та рибні напівфабрикати; кондитерські та інші борошняні вироби. Також розглянуто недоліки теплового обладнання, а саме застосування в якості транспортуючого елемента для вихідного продукту кошиків з металеві сітки, при цьому продукт, зокрема картопля, яка нарізана скибочками або брусочками, знаходиться в кошику нерозділеною одна від одної порційною масою, що призводить до злипання в процесі транспортування до обсмажувальної ванни і нерівномірного вмісту вологи в готовому продукті, що негативно позначається на його якості.

Другий розділ присвячено оптимізації конструктивних параметрів пристрою для обсмажування скибочок яблука та картоплі. Розглянуто принцип роботи пристрою для обсмажування шматочків плодів яблука та картоплі. Конструкція пристрою дозволяє коригувати наступні режимні параметри: температуру робочого середовища – олії (за допомогою двох ідентичних датчиків температури: датчика температури теплоносія, датчика температури ТЕНів); швидкість переміщення сировини у товщі робочого середовища, тобто часу обсмажування (змінюючи передавальне число приводів транспортерів, за допомогою підбирачів різного діаметру); висоти зони спливання матеріалу при переході із завантажувального на вивантажний транспортер (шляхом коригування положення транспортерів відносно один одного); кута подачі сировини на транспортер (шляхом переміщення стрічкового конвеєра щодо приймального патрубку завантажувального транспортера).

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Баландіна			Удосконалення технічних засобів теплової обробки плодоовочевої сировини	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Омельченко					2	51
Н. Контр.		Омельченко			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО			
Затверд.		Цвіркун						

Запропоновано для очищення робочого середовища від обвуглих частинок готового продукту, а також продуктів крихкості використовувати гідроциклон, який призначений для очищення відпрацьованих трансмісійних масел від розчинних домішок. Гідроциклони – це апарати для поділу рідких неоднорідних систем за допомогою відцентрової сили, що виникає в закрученому потоці рідини. Особливістю таких апаратів є простота конструкції та безперервність дії (на відміну від центрифуг).

Обґрунтовано конструктивні параметри транспортерів пристрою для обсмажування. Транспортери візуально утворюють рівнобедрений трикутник з рівними сторонами в 1 м, а також два прямокутних трикутника, з гіпотенузами рівної довжини стрічки в 1 м, кут нахилу транспортерів щодо нормалі $\beta_m = 30^\circ$ і шириною стрічки $bt = 0,4$ м.

Зазначено, що чим більша скибочка, тим інтенсивніше відбувається процес впливання з олійного середовища. Оскільки скибочка потрапляє в зону спливання в кінці процесу обсмажування, коли цей процес у значній мірі вже завершено, вплив температури на динаміку руху скибочки порівняно невеликий.

З метою отримання раціональних технологічних режимів зневоднення обсмажуванням яблук та картоплі в олії скибочки яблук обсмажувалися на різних режимах. Перед обсмажуванням сировина подрібнювалася на скибочки товщиною не більше 2,1 мм.

Температурний режим у 140°C викликав недостатнє обсмажування сировини, яка не стала хрусткою, тобто «проварилася» на всіх тимчасових режимах. При цьому відносна вологість продукції не забезпечувала відповідність технічним вимогам їх виготовлення. Відповідно, для виробництва обсмажених яблучних чіпсів необхідно використовувати плоди з меншою кількістю цукрів, а саме кислі сорти яблук. Використання «солодких» сортів при обсмажуванні надає скибочкам темного кольору ще до готовності, що супроводжується запахом «паленого цукру».

Зі збільшенням часу обсмажування (3, 4, 5 хв) скибочок кількість вбираємої ними олії зростає майже лінійно (55,6; 57,9; 66,7 % при температурі 140°C). При цьому волога, виходячи у вигляді пари з товщі скибочки розриває його структуру, збільшуючи площу його поверхні, що сприяє підвищеному вбиранню олії. При збільшенні температури обсмажування ($140, 160, 180^\circ\text{C}$) на одному і тому ж часовому режимі знижується кількість вбираємої скибочкою олії на 66,7; 61,5; 55,6% (для часу обсмажування 5 хв).

Обсмаження скибочок картоплі та яблук з попереднім сушінням і без нього показали, що сировина, обсмажена з етапом попереднього сушіння має знижений вміст олії, приємний смак та аромат готового продукту без запаху олії, більший обсяг.

На основі вище зазначеного, можна вважати, що попереднє сушіння сировини при температурі 125°C протягом 20 хв., далі обсмажування при температурі 170°C 30..35 сек. для картоплі та 35...45 сек. для яблук. При цьому фактор попереднього сушіння є найважливішим, що дозволяє створити на поверхні скибочки захисний шар із підсохлих клітин, що перешкоджають дифузійному вбиранню олії в структуру скибочки.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дорохін В.О. Теплове обладнання підприємств харчування : підручник / В.О. Дорохін, Н.В. Герман, О.П. Шеляков. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2004. 583 с.
2. Устаткування закладів ресторанного господарства: навч. посібник / І.О. Конвісер, Г.А. Бублік, Т.Б. Паригіна, Ю.М. Григор'єв; за ред. І.О. Конвісера. К.: КНТЕУ, 2005. 566 с.
3. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: підручник. Вінниця: Нова книга, 2007. 648 с.
4. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. Вінниця: Нова книга, 2001. 576 с.
5. Бредихин С.А. Теплове обладнання. М.: Колос, 2000. 392 с.
6. Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Кюрчева Л.М. Технологічне обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. Суми: Довкілля, 2004. 420с.
7. Драгілев А.І. Технологічні машини і апарати харчових виробництв. Колос, 1999. 376 с.
8. Ковецький Г.Д. Процеси і апарати харчових виробництв. Агропромиздат, 1991. 432.
9. Панфілов В.О. Технологічні лінії харчових виробництв: створення технологічного потоку. К.: Харчова промисловість, 2006. 472 с.
10. Машини та апарати харчових виробництв / С.Т. Антипов, І.Т. Кретов, О.М. Остріков, . К.: Харчова промисловість , 2001. 680 с.
11. Івашов В.І. Технологічне обладнання підприємств м'ясної промисловості. К.:Колос, 2001. 552 с.
12. Кретов І.Т. Технологічне обладнання підприємств бродильної промисловості. К.: Колос, 2005. 624 с.
13. Бедрій Я. Л. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. / Я. Л. Бедрій. К.: Кондор, 2009. 286 с.
14. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : підручник / Є. П. Желібо, В.В. Зацарний. К. : Каравела, 2007. 288 с.
15. Заплатинський В. М. Безпека життєдіяльності / В.М. Заплатинський. К. : Вид. центр КДТЕУ, 1999. 208 с.
16. Зеркалов Д. В. Безпека життєдіяльності / Д.В. Зеркалов. К. : Основа, 2011. 256 с.
17. Ragni L., Mechanical behaviour of apples, and damage during sorting and packaging / Berardinelli A, Ragni L. J. agr. engg Res, Vol.78, N 3, 2001. P. 273-279.
18. Patnaik S.K., Brahma R., Das P. Application of hidrocyclones in Bayer circuit. // Light Metals, 1996. P. 173-178.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		