

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Тема: Обжарювальні печі

Мета: Ознайомитись з конструкцією і засвоїти методику розрахунку хлібопекарських печей

Час: 2 год.

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

1.1 Порядок виконання роботи

- представити викладачу виконане завдання для самопідготовки (пункт 1.2);
- згідно теми заняття опрацювати теоретичні відомості;
- виконати необхідні розрахунки;
- скласти звіт відповідно до вимог оформлення;
- захистити звіт, при опитуванні відповісти на контрольні запитання.

1.2 Завдання для самопідготовки

В процесі підготовки до практичного заняття студент повинен виконати наступні завдання:

- а) опрацювати матеріал, викладений на лекції;
- б) ознайомитись з рекомендованою літературою;
- в) знати види печей по конструкції;
- г) розділяти основні елементи конструкції обжарювальних печей.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Теоретичні відомості

Обжарювальні апарати (обжарювальні печі) можуть працювати при атмосферному тиску, коли температура випарювання води з продукту становить близько 100°C , і у вакуумі, коли температура випарювання відповідає розрідженню в апараті і досягає $55 - 60^{\circ}\text{C}$. В обох випадках температура олії становить $120 - 140^{\circ}\text{C}$.

При обжарюванні у вакуумі різниця температур олії і продукту вища, а отже, вода випаровується інтенсивніше.

Класифікація обжарювальних печей приведена на рисунку 2.1.

Продукт обжарюють в олії різними способами:

- у глибокому шарі олії, коли остання міститься у ванні і надмірно покриває завантажений у неї продукт і нагрівальну камеру;
- у тонкому шарі (як на сковороді), коли тільки частина шару продукту за висотою знаходиться в олії, яка рухається в низькій ванні лотка (лоткова піч);
- під душем гарячої олії, коли нагріта олія подається насосом в душові пристрої, розміщені над шаром продукту, що переміщується.



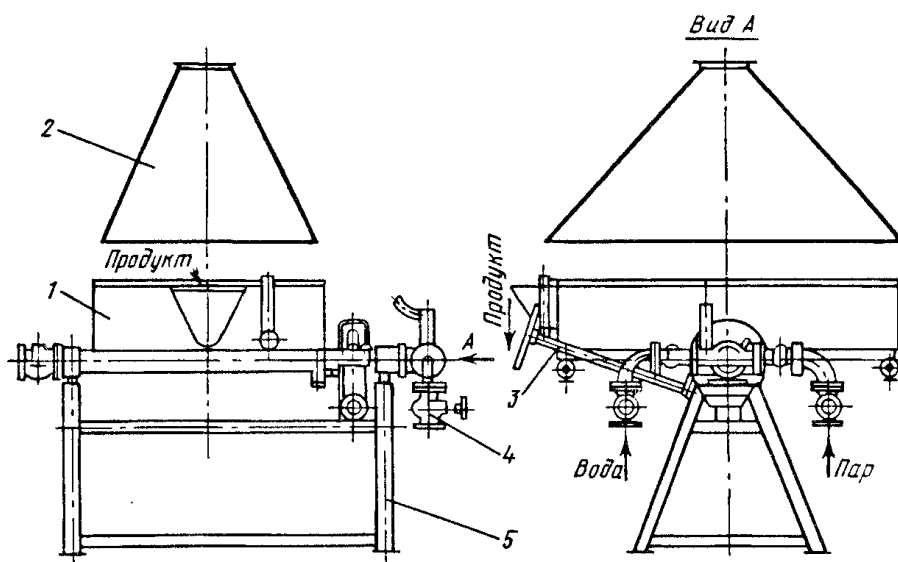
Рисунок 1 – Класифікація обжарювальних печей.

Універсальна парова плита типу КПП- 1 (плита Крапівіна) використовується для обсмажування овочів і м'яса, підсушування борошна, варіння варення, джемів тощо., складається з корпусу-ванни 1 (рисунок 1), поворотного механізму 3, стійок 5, трубопроводної арматури 4 і витяжного ковпака 2.

Корпус виготовлений з листової неіржавіючої сталі і встановлений на двох опорах – порожнистих цапфах.

Пара подається в центральний колектор нагрівальної камери, а конденсат стікає з протилежного боку колектору. Перекидання парової плити здійснюється обертанням маховика.

При варінні продукту або обсмажуванні овочів пар в парову сорочку подається тільки після заповнення ванни продуктом. Якщо після теплової обробки вимагається охолодити продукт, пара з нагрівальної камери випускається і в сорочку подається холодна вода.



1 – корпус-ванна; 2 – витяжний ковпак; 3 – поворотний механізм; 4 – трубопроводна арматура; 5 – стійка.

Рисунок 1 – Універсальна парова плита КПП – 1.

Механізована паромасляна піч марки АПМП- 1 призначена для обсмажування в рослинній олії овочів в безперервному режимі.

Паромасляна піч (рисунок 2) складається з основних вузлів: ванни 3, транспортуючого 1 і витяжного пристрою 4, приводу 2 і електрообладнання, елеватору 5.

Ванна є зварною конструкцією і розділена перегородкою на два відсіки: в першому (по ходу продукту) розміщено дві нагрівальні камери, кожна з яких має три ряди трубок по висоті ванни, у другій – дві дворядні нагрівальні камери, які підняті відносно нагрівальних камер першого відсіку на 50 мм.

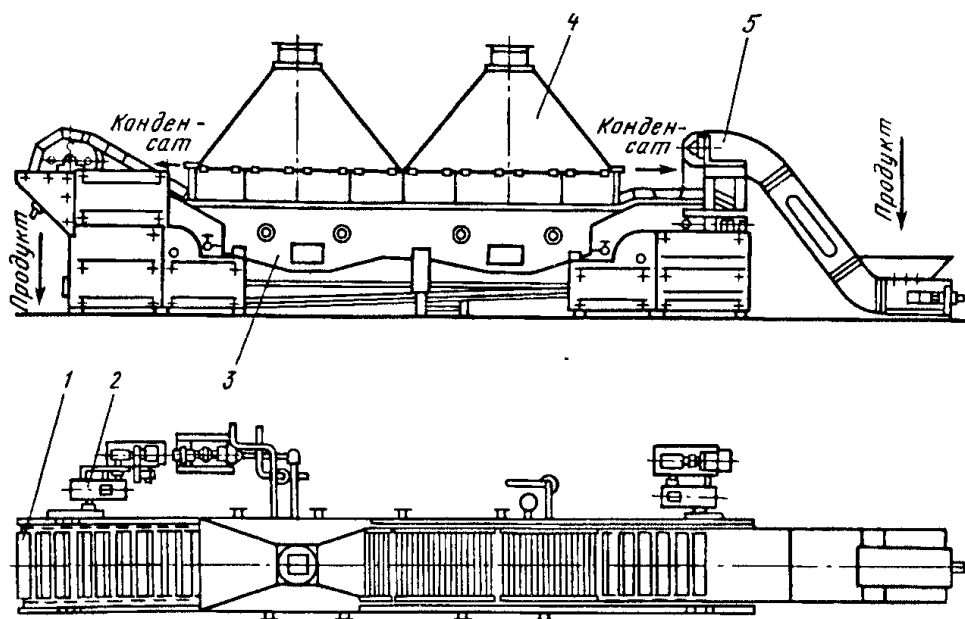
Розподіл ванни на два відсіки із ступінчастим розміщенням нагрівальних камер забезпечує скорочення кількості олії, а розподіл поверхні

нагріву по довжині (65% в першому відсіку і 35% в другому) – рівномірну температуру його, що сприяє якіснішому обсмажуванню продукту.

Олія відокремлена від днища водяною подушкою. Щоб уникнути перегрівання води при роботі в умовах постійної водяної подушки під нагрівальними камерами встановлені трубчасті охолоджувачі.

Транспортуючий пристрій є нескінченним полотном, зібраним з ковшів.

З боку завантаження сировини розміщена натяжна станція. Над ванною печі встановлюється витяжний пристрій (парасолька). Транспортуюча стрічка печі вносить продукт до ванни, де відбувається його обсмажування в олії при температурі 120...160 °С. Обсмажений продукт виноситься стрічкою з ванни і вивантажується в місці огинання нею приводної зірочки.



1 – транспортуючий пристрій; 2 – привід; 3 – ванна; 4 – витяжний пристрій; 5 – елеватор.

Рисунок 2 – Механізована пареолійна піч АПМП – 1

Технічна характеристика паромасляної печі АПМП- 1

Продуктивність, кг/год	2000
Поверхня нагріву, м ²	45,5
Середня кількість олії в печі, кг	950±50
Витрата пари при тиску 1,0... 2 МПа, кг/ч	1440
Тривалість обжарювання, хв	5..22
Швидкість руху стрічки, м/с	0,005..0,02
Витрата води, що поступає в охолоджувач, м ³ /год	2
Добовий коефіцієнт змінності (розрахунковий) при обсмажуванні кабачків	2
баклажанів	6,6
Об'єм баку, м ³	

напірного	1,6
фільтраційного	1,6
Встановлена потужність електродвигунів, кВт	6,1
Габаритні розміри, мм	
довжина	12700
ширина	3640
висота	3710
Маса, кг	10500

Апарати для обжарювання А9-КЖД призначені для обсмажування овочів в рослинній олії.

Перед початком роботи ванна апарату заповнюється холодною олією з баку. Досягнувши рівня олії в апараті 100...200 мм включається насосна установка, що забезпечує заповнення усієї системи. Після цього вмикається подача пари в підігрівач і температура олії в системі ванна – підігрівач – ванна підвищується до 150 °С.

На подаючий пристрій апарату прямує нарізана сировина, яка поступає у ванну з гарячою олією і пластинами скребкового конвеєра просувається уздовж ванни, у міру переміщення сировина обсмажується. Під час процесу виділяється вторинна пара, яка по каналу, утвореному теплоізоляційними екранами і поверхнею олії, поступає до витяжних патрубків. З ванни обсмажений продукт виводиться перфорованою пластиною на похилу частину днища і виходить з ванни, потрапляючи на вібралоток вивідного пристрою.

Експлуатаційні показники апаратів. Про якість роботи обжарювальної печі судять за її експлуатаційними показниками, до яких відносяться величина у жарки, витрата олії, коефіцієнт змінюваності її, продуктивність печі, витрата пари і води.

Про готовність, якості обсмажених овочів судять за зовнішнім виглядом і смаком, а також по кількості (%) ввібраної олії і по рівню у жарювання. Розрізняють видимий і істинний рівень у жарювання.

Видимий рівень у жарювання (%)

$$X = \frac{A - B}{A} \cdot 100, \quad (1)$$

де A – маса сировини до обжарювання, кг;

B – маса продукту після обжарювання, кг.

Істинний рівень у жарювання (%) показує загальні втрати вологи з урахуванням того, що частина її замінена олією, що ввібралась в обсмажений продукт, і визначається по формулі

$$X' = \frac{A - B}{A} \cdot 100 + \frac{BY}{A}, \quad (2)$$

де Y – кількість ввібраної олії, % до маси обжареного продукту.

Швидкість заміни олії в печі визначається показником K , який характеризує відношення добової витрати олії W (кг), до середньої кількості олії d (кг), одноразово знаходячогося в печі

$$K = W / d. \quad (3)$$

Для збереження якості олії в процесі обжарювання коефіцієнт змінюваності олії має бути не менше 1,2.

Одним з показників, що характеризують конструктивну особливість апарату, є питома поверхня нагріву

$$S_{\text{ннт}} = S_n / S_{\text{оз}}, \quad (4)$$

де S_n – поверхня нагрівання, м^2 ;

$S_{\text{оз}}$ – поверхня дзеркала олії, м^2 .

Порівнюючи показники роботи різних обжарювальних печей на одному і тому ж продукті, можна судити про переваги тієї або іншої конструкції апарату. Крім того, випробовуючи ту чи іншу конструкцію на різних продуктах, судять про універсальність цієї печі.

2.2 Тепловий розрахунок обжарювальних печей

Процес обжарювання можна розділити на два періоди тепло- і масообміну.

У перший період підвищується температура продукту від поверхневих шарів до центру, волога переміщається від центру у вигляді пари і рідини і до центру у вигляді рідини. Швидкість видалення вологи в цей період постійна.

У другий період температура в кожному шарі оброблюваного продукту залишається деякий час постійною і приблизно рівною 96...99 °С. Досягши вологовмісту продукту по відношенню до абсолютно сухої речовини 200...300% температура поступово підвищується і стає рівній температурі олії.

У цей період відбуваються глибокі хімічні процеси, в результаті яких утворюються речовини, що характеризують смак і запах обсмаженого продукту.

При сталому режимі роботи обжарювального апарату кількість теплоти, яка приймається олією від гріючої пари, дорівнює кількості теплоти, витраченої на увесь процес обжарювання і втрати.

На початку печі, де відбувається завантаження холодного свіжого продукту, теплота сприймається продуктом інтенсивніше, ніж у кінці печі. Рівноважна температура олії по довжині печі неоднакова. Теплопоток від олії до продукту залежить від фізичного стану останнього.

У перший період коефіцієнт тепловіддачі визначається конвекцією, в другий період у зв'язку з утворенням піджареної кірочки на поверхні продукту інтенсивність теплообміну визначається вже коефіцієнтом теплопровідності кірочки і її товщиною.

При рівновазі процесу, коли теплота, що поступила від пари до олії, дорівнює теплоті, відданий олії продукту, інтенсивність теплообміну можна описати наступними залежностями:

для першого періоду

$$kF\tau(t_{II} - t_o)\beta = \alpha_3 F_{np}\tau(t_o - t_{np}), \quad (5)$$

для другого періоду

$$kF\tau(t_{II} - t_o)\beta = \frac{\lambda_K}{\delta_K} F_{np}\tau(t_o - t_{вип}), \quad (6)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·°C);

F – поверхня нагріву, м²;

τ – тривалість теплообміну, с;

t_{II} і t_o – відповідно температура пари та олії, °C;

β – коефіцієнт, що враховує теплоту сприйняту продуктом ($\beta = 0,6 \dots 0,7$);

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі від олії до продукту, Вт/(м²·°C);

F_{np} – поверхня продукту, що контактує з олією, м²;

t_{np} – температура поверхні продукту, °C;

λ_K – коефіцієнт теплопровідності шкірочки продукту, Вт/(м²·°C);

δ_K – товщина шкірочки продукту, м;

$t_{вип}$ – температура випарювання води в продукті, °C ($t_{вип} \approx 100$ °C).

Залежно від умов обжарювання, розміру і виду продукту для розрахунку використовуються наступні значення коефіцієнта тепловіддачі α_3 [Вт/(м²·°C)]: морква-кубики - 350... 450, морква-стружка – 565, кабачки-кільця – 330..540.

Визначивши кількість теплоти, необхідної для проведення процесу обжарювання в першому і другому періодах, обчислюють теплообмін між поверхнею нагріву і олією. Цей теплообмін відбувається шляхом конвекції, і його інтенсивність визначається коефіцієнтом тепловіддачі α_2 , залежним від режиму руху олії і його температури в нагрівальній камері, для розрахунків приймається рівним 232...314 Вт/(м²·°C).

Теплообмін між паром і олією визначається коефіцієнтом тепловіддачі α_1 від пари до стінки нагрівальних трубок і теплопровідних характеристик матеріалу трубок.

Визначивши теплообмін в різних періодах, складають рівняння теплового балансу і на підставі його розраховують необхідну кількість пари D .

Витрата теплоти (Дж/с) на нагрів продукту

$$Q_1 = Gc(t_4 - t_3), \quad (7)$$

де G – продуктивність печі по сировині, кг/с;

c – теплоємність продукту, Дж/(кг·°C);

t_3 і t_4 – початкова і кінцева температура продукту, $^{\circ}\text{C}$.

Витрата теплоти на випаровування вологи при обжарюванні

$$Q_2 = 0,01GX_n r, \quad (8)$$

де X_n – ступінь істинного ужалювання, %;

r – теплота випарювання, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Витрата теплоти на нагрів сіток

$$Q_3 = \frac{G}{G_{np}} G_k c_1 (t_2 - t_0), \quad (9)$$

де G_k – маса однієї сітки, кг ;

t_2 – середня температура актового шару олії, $^{\circ}\text{C}$;

t_0 – початкова температура сітки;

G_{np} – маса продукту в одній сітці, кг ;

c_1 – теплоємність матеріалу сітки, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Витрата теплоти на нагрів олії, що доливається

$$Q_4 = 0,01GMc_2 (t_2 - t_1), \quad (10)$$

де c_2 – теплоємність олії, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

M – витрати олії на обжарювання, % до продуктивності печі G в секунду;

t_1 – початкова температура олії, $^{\circ}\text{C}$.

Витрата теплоти на нагрів охолоджуючої води

$$Q_5 = Gc_b b (t_6 - t_5), \quad (11)$$

де c_b – теплоємність води, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

b – питомі витрати охолоджуючої води, $\text{кг}/\text{кг}$ сировини;

t_5 і t_6 – початкова і кінцева температура охолоджуючої води, $^{\circ}\text{C}$.

Втрати теплоти в навколишнє середовище

$$Q_6 = F_a \alpha_a (t_7 - t_n), \quad (12)$$

де F_a – поверхня апарату, м^2 ;

α_a – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією і лучеспусканням з 1 м^2 в одиницю часу, $\text{Дж}/\text{с}$;

t_7 – температура поверхні апарату, $^{\circ}\text{C}$;

t_n – температура повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Зазвичай Q_6 складає приблизно 8% від загальної витрати тепла

$Q_{\text{заг}}$.

Поверхню нагріву печі (м^2) визначають по рівнянню

$$F = \frac{Q_{\text{заг}}}{k(t_n - t_o)}, \quad (13)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі від пари до олії, Дж/с;
 t_n – температура пари, $^{\circ}\text{C}$;
 t_o – температура олії, $^{\circ}\text{C}$

Витрата пари в обжарювальній печі (кг/с)

$$D = \frac{Q_{\text{заг}}}{i_n - i_k}, \quad (14)$$

де i_n і i_k – тепловміст пари і конденсату, Дж/кг.

З рівняння теплового балансу, підставивши в нього значення кожної статті витрати теплоти, можна визначити продуктивність печі, знаючи поверхню теплообміну, температурний режим обсмажування і теплофізичні властивості продукту, олії і води.

$$G = \frac{Fk(t_n - t_2) - Q_6}{c(t_4 - t_3) + 0,01X_n r + \frac{G_k}{G_{np}} c_1(t_2 - t_o) + 0,01Mc_2(t_2 - t_1) + c_b b(t_6 - t_5)}. \quad (15)$$

Приведені розрахунки справедливі для різних конструкцій обжарювальних печей.

3 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1) Які способи обжарювання в олії?
- 2) Надайте класифікацію обжарювальних печей.
- 3) Де застосовуються і які бувають види обжарювальних печей?
- 4) В чому полягає будова і порядок роботи печі КПП- 1?
- 5) В чому полягає будова і порядок роботи механізованої паромасляної печі марки АПМП- 1?
- 6) В чому полягає будова і порядок роботи апаратів для обжарювання А9-КЖД?

4 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Оформлення звіту проводиться згідно вимог ГОСТ 7.1-2003 “Загальні вимоги до текстових документів” на стандартних аркушах формату А4 з титульним аркушем.

Звіт повинен вміщувати:

- 1) Номер, назву і мету роботи;
- 2) Основні теоретичні відомості по темі практичної роботи;
- 3) Необхідні графічні данні та методики розрахунку;
- 4) Висновки.

Рекомендована література

1. Гвоздев О.В. Машины та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник / О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. – Мелітополь: ТОВ "Видавничий будинок", 2010. — 317 с.
2. Лебедев Е.И. Устройство, монтаж и обслуживание хлебопекарного оборудования/ Е.И. Лебедев. –М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1984.–312 с.
3. Маклюков И.И. Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства/ И.И. Маклюков, В.И. Маклюков. – изд. 4-е, перераб. и доп.–М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1983.–272 с.