

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Любешівський технічний фаховий
коледж Луцького національного технічного університету»

**ПАКЕТ
матеріалів для проведення комплексної контрольної
роботи з дисципліни «Процеси і апарати галузі»
зі спеціальності
133 Галузеве машинобудування**

**Підготувала:
викладач спецдисциплін
Кравченко Т.Ф.**

Перелік

матеріалів пакету комплексної контрольної роботи з дисципліни «Процеси і апарати галузі»

1. Навчальна програма дисципліни
2. Рецензія на комплексну контрольну роботу
3. Пояснювальна записка
4. Вказівки до виконання комплексної контрольної роботи
5. Завдання для комплексної контрольної роботи
6. Критерії оцінювання комплексної контрольної роботи
7. Приклад виконання одного з варіантів комплексної контрольної роботи

РЕЦЕНЗІЯ

*на комплексну контрольну роботу з дисципліни «Процеси і апарати галузі»
для здобувачів освіти Відокремленого структурного підрозділу
«Любешівський технічний фаховий коледж Луцького національного
технічного університету» зі спеціальності Галузеве машинобудування*

Пропонована комплексна контрольна робота складена за обсягом навчального матеріалу з дисципліни «Процеси і апарати галузі».

Комплексна контрольна робота складена з 25 варіантів. Кожен варіант складається з трьох теоретичних завдань. Теоретичні питання відповідають програмним вимогам дисципліни. Всі завдання чітко сформульовані.

Критерії оцінювання виконання завдань комплексної контрольної роботи є обґрунтованим.

За змістом і обсягом комплексна контрольна робота дає можливість виявити і оцінити теоретичні знання здобувачів освіти.

Рецензент:

А.В. Хомич

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Метою проведення комплексної контрольної роботи з дисципліни «Процеси і апарати галузі» є виявлення залишкових знань з вивченого курсу.

Завдання вивчення дисципліни – ознайомити здобувачів освіти з макрокінетикою основних процесів харчових технологій, а також з мікрокінетикою, яка характеризується елементарними, незалежно протікаючими на молекулярному рівні процесами, такими як теплопровідність, молекулярна дифузія та інші.

В результаті написання комплексної контрольної роботи здобувачі освіти повинні показати знання з таких тем:

- Загальні положення
- Гідромеханічні процеси
- Механічні процеси
- Теплові процеси
- Масообмінні процеси

Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні положення та наукові основи курсу

Тема 1. Вступ. Основні властивості харчових продуктів, сировини. Основні положення та наукові основи курсу

Загальна характеристика харчових виробництв і харчових продуктів. Особливості фізичних характеристик харчових продуктів і матеріалів. Фізико-хімічні, теплофізичні, діелектричні та структурно-механічні (реологічні) властивості продуктів, одиниці їх вимірювання та розмірності.

Основні закони, принципи аналізу і розрахунку процесів і апаратів - закони збереження маси і енергії, закони рівноваги, переносу і принцип оптимізації проведення процесу.

Основні вимоги до апаратів: технологічні, експлуатаційні, конструктивні тощо. Матеріали для виготовлення апаратів.

Методи дослідження та аналізу процесів. Фізичне та математичне моделювання. Основи теорії подібності, теореми подібності та їх застосування для дослідження й розрахунку процесів і апаратів. Основні критерії подібності. Метод аналізу розмірностей.

Розділ 2. Гідромеханічні процеси

Тема 2. Основи гідростатики і гідродинаміки.

Основні поняття та визначення. Ідеальні і реальні рідини та їх фізичні властивості. Диференційні рівняння рівноваги Ейлера. Основне рівняння гідростатики та його практичне застосування. Тиск рідин на дно та стінки посудин. Гідростатичний парадокс.

Основні характеристики потоку та руху рідин. Режими течії в'язкої рідини. Закони розподілення швидкостей по живому перерізу потоку. Рівняння нерозривності потоку. Рівняння Бернуллі для ідеальної та реальної рідин та їх практичне застосування. Загальне поняття про втрати напору (на тертя та місцеві опори). Основні критерії гідромеханічної подібності. Гіdraulічні опори. Розрахунок трубопроводів. Закономірності витікання рідин крізь отвори, насадки та їх практичні застосування.

Тема 3. Гіdraulічні машини

Поняття про насосні установки. Будова та принцип дії поршневих, відцентрових, роторних, мембраних, гвинтових і струменних насосів. Основні параметри насосів різних типів у харчових виробництвах. Компресорні машини.

Тема 4. Характеристика дисперсних систем та отримання їх шляхом перемішування.

Однорідні та неоднорідні (гетерогенні) рідинні системи в харчових виробництвах. Види дисперсних систем: емульсії, суспензії, піни, аерозолі. Поняття дисперсності. Методи характеристики дисперсності.

Суть і використання процесу перемішування в харчових виробництвах. Основні цілі, що досягаються перемішуванням. Перемішування рідких, сипких і пластичних мас. Критерії подібності процесу перемішування. Оцінка ефективності перемішування. Будова мішалок і апаратів для перемішування. Ефективність змішування, розподіл ключового компоненту. Класифікація та принципова будова змішувачів.

Тема 5. Отримання дисперсних систем шляхом диспергування, піноутворення та псевдозрідження

Визначення і суть процесу диспергування. Суть процесу емульгування, принципова будова різних типів емульсаторів, елементи розрахунку. Гомогенізація: суть процесу, принципова будова гомогенізаторів, елементи розрахунку. Розпорощення рідин: суть процесу, види розпорощення. Принцип дії пристрій для розпорощування рідин.

Суть процесів піноутворення та збивання. Показники піни. Застосування ПАР (поверхнево-активні речовини). Апаратурне оформлення процесів піноутворення та збивання. Суть процесу псевдозрідження, галузі його застосування. Критичні швидкості та число псевдозрідження. Апарати з псевдозрідженим шаром. Пневмотранспорт. Основні напрямки вдосконалення отримання неоднорідних систем.

Тема 6. Поділ неоднорідних систем. Осадження. Центрифугування

Закономірності процесу осадження частинок дисперсної фази під дією сили тяжіння. Швидкість осадження. Вільний і стиснений рух частинок. Інтенсифікація процесу осадження. Будова і розрахунок відстійників. Флотація - визначення, суть процесу.

Суть процесу поділу неоднорідних систем у полі відцентрових сил. Фактор поділу. Центрифуги відстійні. Сепаратори. Гідроциклони.

Тема 7. Поділ неоднорідних систем. Фільтрування

Суть і класифікація методів фільтрування. Рушайна сила та швидкість процесу. Опір фільтруючого матеріалу та осаду. Обладнання для фільтрування, будова та розрахунок.

Тема 8. Мембрани методи поділу рідинних систем. Поділ газових систем.

Мембрани методи поділу рідинних систем. Теоретичні основи процесів зворотнього осмосу та ультрафільтрації. Селективність і проникненість мембран. Схеми мембраних апаратів і пристрій, галузь і перспективи їх застосування. Основні напрями поділу неоднорідних систем.

Суть та призначення процесу поділу газових систем. Способи очищення газових систем.

Розділ 3. Механічні процеси

Тема 9. Подрібнення. Різання

Суть і призначення процесу подрібнення. Класифікація методів подрібнення. Основи теорії подрібнення. Основні типи та принципи роботи апаратів для подрібнення.

Суть, теорія різання, ковзаюче і таке, що рубить. Різальні інструменти. Основні типи пристрій для нарізування.

Тема 10. Пресування

Призначення та механізм процесу віджимання. Формування, штампування, брикетування. Вплив різних факторів на процес пресування. Коефіцієнти пористості, ущільнення та пресування. Обладнання для проведення процесу пресування.

Тема 11. Змішування та поділ сипких матеріалів.

Сортuvання, призначення та галузь застосування процесу. Класифікація методів сортuvання: за розмірами, формою, щільністю, магнітними та електричними властивостями продуктів. Просіювання, поняття проходження та сходження, ситовий аналіз. Апарати для просіювання. Принцип дії та характеристики сепараторів. Процес змішування сипких продуктів. Сортuvання.

Основні напрями вдосконалення механічних процесів.

Розділ 4. Теплові процеси

Тема 12. Основні закономірності теплообміну в харчовій апаратурі.

Задачі та способи теплової обробки харчових продуктів і матеріалів. Рушайна сила теплових процесів. Процеси нагрівання та охолодження. Теплоносій.

Нагрівання. Способи нагрівання харчових середовищ. Теплоносій, їх види і характеристики. Теплові баланси при нагріванні. Визначення витрат гострої і глухої пари.

Тема 13. Охолодження та заморожування.

Заморожування. Призначення та закономірності процесів охолодження та заморожування. Теплообмін при охолодженні та заморожуванні, способи його здійснення. Розрахунок процесів охолодження. Матеріальний та тепловий баланси. Типи та будова апаратів для охолодження та заморожування, фрізери, морозильні та скроморозильні апарати.

Розморожування. Суть, теорія процесу. Будова апаратів для розморожування продуктів.

Тема 14. Теплообмінні апарати. Класифікація теплообмінників. Будова та принцип дії поверхневих теплообмінників. Основи розрахунку теплообмінної апаратури. Визначення поверхні нагріву, коефіцієнту тепlop передачі, середньої різниці температур. Гіdraulічний і механічний розрахунки теплообмінників. Напрямки удосконалення теплообмінних апаратів.

Тема 15. Випарювання.

Фізична суть процесів кипіння та випаровування. Випарювання. Застосування процесів випарювання в харчових виробництвах. Фізична суть і апаратурне оформлення процесу

випарювання. Випарювання під вакуумом. Матеріальний і тепловий баланси випарювання. Багатокорпусні випарювальні установки, принципова будова основних типів випарювальних апаратів.

Тема 16. Конденсація.

Конденсація. Методи конденсації пари та газів. Матеріальний і тепловий баланси конденсації. Поверхневі конденсатори змішування. Принципова будова та основи розрахунку.

Тема 17. Специфічні теплові процеси. Варіння. Смаження.

Суть і призначення процесу варення. Класифікація способів варки. Теплообмінні процеси при різних способах варки. Теплофізичні закономірності процесу варки. Зовнішній теплообмін при різних видах варки. Основні типи апаратів для варки періодичної та безперервної дії та елементи їх розрахунку.

Класифікація та фізична суть прийомів смаження. Визначення теплового навантаження та коефіцієнту тепловіддачі в процесах смаження. Апарати для смаження безперервної та періодичної дії. Класифікація, конструктивна будова та елементи розрахунку. Комбіновані способи теплової обробки (тушіння, запікання та ін.).

Тема 18. Пастеризація. Стерилізація.

Визначення, суть та теоретичні основи процесу пастеризації. Закон Пастера. Режими теплової пастеризації. Апаратурне оформлення процесу пастеризації. Нетеплові способи пастеризації.

Визначення, суть процесу стерилізації. Теплова стерилізація. Основні параметри, які характеризують процес: температура, час, тиск. Ефективність стерилізації. Стерилізація продуктів у тарі та потоці. Безпосереднє нагрівання продукту парою. Стерилізатори періодичної та безперервної дії. Тепловий баланс.

Тема 19. Інтенсифікація теплових процесів. Регенерація теплоти. Інтенсифікація теплових процесів. Основні напрями удосконалення теплових процесів. Методи підвищення коефіцієнту тепlop передачі і середньої різниці температур, регенерація (рекуперація) теплоти в теплообмінних апаратіах. Суть процесу та його значення для економії теплової енергії. Способи регенерації та принципові схеми регенераторів.

Розділ 5. Масообмінні процеси

Тема 20. Основні закономірності масопередачі.

Класифікація процесів масообміну. Масопередача та масовіддача. Суть процесу дифузії. Молекулярна та турбулентна дифузії. Подібність теплових та масообмінних процесів. Основні теорії та механізм процесів масопередачі. Дифузійні критерії подібності та критеріальні рівняння масообміну. Термодифузія.

Тема 21. Сорбційні процеси.

Характеристика та фізичні основи процесу абсорбції. Галузь застосування абсорбції в харчових виробництвах. Закон Генрі. Рушійна сила процесу абсорбції. Апаратурне оформлення процесу.

Адсорбція. Фізична суть процесу адсорбції. Види адсорбції. Список характеристики адсорбентів, які застосовуються в харчових виробництвах. Матеріальний баланс процесу адсорбції. Апаратурне оформлення процесу. Десорбція та хемосорбція.

Тема 22. Екстрагування.

Процеси екстракції в харчовій промисловості. Фізична суть процесу екстракції. Механізм екстракції в системі «твірде тіло – рідина». Внутрішня та зовнішня дифузії та їх вплив на масоперенос. Вплив термодифузії на процес екстракції. Матеріальний баланс екстракції. Апарати для проведення процесу екстракції.

Механізм процесу екстрагування в системі рідина-рідина та використання в харчовій промисловості. Способи і апарати для проведення процесу екстрагування в системі рідина-рідина.

Тема 23. Перегонка.

Фізична суть процесів перегонки та ректифікації. Бінарні та багатокомпонентні суміші. Види перегонки. Основні закони перегонки. Апарати для проведення процесів

дистиляції та ректифікації, галузь їх застосування в харчових виробництвах.

Тема 24. Теоретичні основи процесу сушіння.

Загальна характеристика процесу сушіння, його значення мета. та фізична суть. Способи зневоднення. Властивості вологих матеріалів. Види зв'язку вологи з матеріалом. Рівноважна вологість матеріалу.

Діаграма вологого повітря та побудова в ній процесів сушіння. Матеріальний та тепловий баланси сушіння. Основні апарати для сушіння та принцип їх дії.

Тема 25. Спеціальні та перспективні методи сушіння.

Вологопровідність та термовологопровідність. Кінетика сушіння та рівняння швидкості сушіння. Спеціальні методи сушіння.

Тема 26. Кристалізація та розчинення.

Сутність процесу кристалізації, галузь застосування. Механізм та кінетика процесу. Матеріальний баланс процесу. Способи кристалізації та кристалізатори.

Фізична суть та призначення процесів розчинення та набухання в харчових виробництвах. Розчинення газів в рідинах, взаємна розчинність рідин. Вплив температури на розчинність. Процеси набухання харчових продуктів.

ВКАЗІВКИ

до виконання комплексної контрольної роботи з дисципліни «Процеси і апарати галузі»

1. Організаційна частина

Час на видачу завдання – 5 хв.

2. Виконання завдань

Час виконання комплексної контрольної роботи – 65 хв.

Комплексна контрольна робота виконується ампулами синього кольору на двох аркушах із зошита, в яких наведені поля, зі штампом навчального закладу.

Контрольна робота виконується за схемою: завдання – всі відповіді.

Виправлення, скорочення слів, вставлення, закреслення та використання абревіатур під час виконання роботи не допускаються.

**Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ «Любешівський технічний фаховий
коледж Луцького національного технічного університету»**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ВСП «Любешівського ТФК ЛНТУ»
_____ А.В.Хомич

ЗАВДАННЯ

КОМПЛЕКСНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ГАЛУЗІ» для здобувачів освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

ПОГОДЖЕНО

цикловою методичною комісією
педпрацівників харчового виробництва
Протокол № від 20 р.
Голова циклової методичної комісії
_____ Т.Ф.Кравченко

Розробила:
викладач вищої категорії
Т.Ф.Кравченко

Завдання №1

1. Густина – це...
2. Які кольорові метали і сплави на їх основі використовують у харчовому машинобудуванні?
3. Інфрачервоне нагрівання, його фізична суть.

Завдання №2

1. В'язкість – це...
2. До групи теплових процесів належать ...
3. Характеристика процесу перемішування. Види перемішування.

Завдання №3

1. Гіdraulіка – це наука, що вивчає...
2. До гідромеханічних процесів належать:
3. Основні вимоги до апаратів.

Завдання №4

1. Продуктивність насоса – це...
2. Які вимоги висувають до апаратів харчових виробництв?
3. Пастеризація і її суть.

Завдання №5

1. Перемішування- це процес...
2. Способи подрібнювання матеріалів.
3. Інтенсифікація теплових процесів.

Завдання №6

1. Емульгування – це процес...
2. Класифікація машин для подрібнення.
3. Особливості нагрівання в електромагнітному полі СВЧ.

Завдання №7

1. Центрифугування- це процес...
2. Основними процесами розділення неоднорідних систем є...
3. Суть теорії подрібнення.

Завдання №8

1. Ступінь подрібнення – це...
2. Залежно від типу дисперсійної та дисперсної фаз розрізняють такі неоднорідні системи:...
3. Будова і робота кавоварки фонтануючого типу.

Завдання №9

1. Сортування матеріалів – це...
2. Які електрофізичні методи оброблення харчових продуктів вам відомі?

3. Намалюйте схему апарату для простої перегонки.

Завдання №10

1. Тепловими називають процеси...
2. Які сита використовують у харчовій промисловості?
3. Типи адсорбентів, які застосовуються в харчовій промисловості, та вимоги, які пред'являються до них.

Завдання №11

1. Випарювання – це процес...
2. Якої мети досягають пресуванням?
3. Сутність процесу та види перегонки.

Завдання №12

1. Конвекція – це...
2. Які преси застосовують у виробництві соків, а які – у виробництві макаронних виробів?
3. Характеристика мембрани, їх селективність і проникність.

Завдання №13

1. Робоче паливо – це...
2. Класифікація процесів масообміну.
3. Основні методи розділення, їх характеристика.

Завдання №14

1. Кріоскопічна температура – це...
2. Які ви знаєте способи кристалізації?
3. Які типи механічних мішалок ви знаєте? Основа їх роботи та будова.

Завдання №15

1. Кипіння – це процес...
2. Які способи сушіння ви знаєте?
3. Способи розпилювання рідин.

Завдання №16

1. Конденсація – це процес...
2. Апарати для сушіння харчових продуктів,
3. Суть і класифікація процесів перемішування.

1. Адсорбція – це процес...
2. З якою метою застосовують процеси кристалізації?
3. Які типи механічних мішалок ви знаєте? Основа їх роботи та будова.

Завдання №18

1. Абсорбція – це процес...
2. У яких апаратах здійснюють кристалізацію?

3. Сутність процесу та види перегонки.

Завдання №19

1. Екстрагування – це процес...
2. Які преси застосовують у виробництві соків, а які – у виробництві макаронних виробів?
3. Сушіння, його види, використання.

Завдання №20

1. Ректифікація- це процес...
2. Класифікація процесів масообміну.
3. Характеристика сублімаційного сушіння.

Завдання №21

1. Дезодорація – це...
2. Способи видалення вологи, їх характеристика.
3. Сутність і область застосування екстрагування.

Завдання №22

1. Вологість матеріалу – це...
2. Якої мети досягають пресуванням?
3. Стерилізація її суть.

Завдання №23

1. Емульсія – це...
2. Нові способи сушіння, які застосовуються в харчовій промисловості.
3. Намалюйте схему апарату для простої перегонки.

Завдання №24

1. Кристалізацію називають процес...
2. Які кольорові метали і сплави на їх основі використовують у харчовому машинобудуванні?
3. Будова і робота двовалальневих сушарок.

Завдання №25

1. Тепловими називають процеси...
2. Які способи сушіння ви знаєте?
3. Адсорбція її суть.

КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ

Комплексної контрольної роботи з дисципліни «Процеси і апарати галузі»
зі спеціальності «Експлуатація та ремонт обладнання харчового виробництва»

Комплексна контрольна робота оцінюється по п'ятибалльній системі

Шкала балів

№ питання	Кількість балів	Вимоги до питання
1, 2 питання	по 1,5 бали	Дати повну, правильну відповідь з поясненням.
3 питання	2 бали	Дати повну, правильну відповідь з класифікацією, поясненням та рисунками чи схемами.

Варіант розв'язку одного із завдань

Завдання №1

1. Густина - це...
2. Які кольорові метали і сплави на їх основі використовують у харчовому машинобудуванні?
3. Інфрачервоне нагрівання, його фізична суть.

1. Густиною ρ (кг/м³) називається маса одиниці об'єму речовини. Для однорідної системи $\rho = m/V$, де m - маса, кг; V - об'єм, м³.

2. Вибір того чи іншого матеріалу залежить також від його вартості й доступності. Однією з основних вимог, що висуваються до матеріалів апаратів харчових виробництв, є хімічна (корозійна) стійкість, тому що від неї залежить якість харчового продукту. Основні матеріали, що використовуються для виготовлення харчової апаратури, - різноманітні метали і сплави (вуглецеві та нержавіючі сталі, титан, чавун, мідь та її сплави, алюміній і його сплави та ін.), неметалеві матеріали (пластмаси, скло, дерево та ін.) та захисні покриття.

3. **Інфрачервоне нагрівання.** Інфрачервоне нагрівання здійснюється за схемою "теплота - промінь - теплота". Тобто спочатку за рахунок нагрівання випромінювача в ньому генерується енергія, після чого вона передається у вигляді електромагнітних коливань через середовище (повітря, газ) до об'єкта нагрівання, в якому енергія електромагнітних коливань знову перетворюється на теплоту. Джерелами випромінювання (генераторами) інфрачервоної енергії є електричні лампи розжарювання, ртутні й кварцові лампи, напіввипромінюючі ТЕНи, СЕНи (селітові електронагрівачі), металеві й керамічні випромінювачі газових пальників та ін.

Однією з найважливіших характеристик генераторів ІЧ-енергії є довжина хвилі максимального випромінювання λ_{\max} , тобто довжина хвилі, якій відповідає максимальна інтенсивність випромінювання. Вона залежить від температури і для абсолютно чорного тіла визначається за законом Віна (в мкм):

$$\lambda_{\max} = 2898/T$$

де T — температура випромінювача, К.

Залежно від довжини хвилі максимального випромінювання λ_{\max} , а отже, і температури нагрівання, випромінювачі умовно поділяють на "світлі" і "темні". "Світлі" випромінювачі мають у своєму спектрі видне (світлове) випромінювання, їх $\lambda_{\max} = 0.77 \div 2.6$ мкм. Це кварцові випромінювачі КИ-220-1000, лампи ЗС, СЕНи, газові мікрофакельні пальники та ін. "Темні" випромінювачі - ТЕНи, конфорки та ін. мають температуру до 1000 К, $\lambda_{\max} = 2.6 \div 4.0$ мкм, у спектрі їхнього випромінювання відсутнє видиме випромінювання. Як "світлі", так і "темні" випромінювачі застосовуються з відбивачами певної форми.

Проміністичний теплообмін між тілами - складний процес. Як уже було сказано при розгляді проміністичного теплообміну, в цьому процесі відбуваються багатократні поглинання і відбивання проміністої енергії, що поступово затухають.

Інфрачервоне проміння переборює шлях від джерела випромінювання до об'єкта опромінення в мільйонні частки секунди, не зустрічаючи опору примежового шару, що має місце при конвективному нагріванні, їхньою особливістю є здатність проникати на деяку глибину всередину матеріалу (залежно від його оптичних характеристик - поглинальної, відбивальної і пропускної спроможності), а також впливати на його молекулярну структуру і на циркуляцію

газу в порах. Інфрачервоне проміння інтенсифікує рух атомів і молекул поверхневих шарів продукту і він нагрівається. Температура поверхні матеріалу й розташованих нижче шарів швидко зростає, причому максимальна температура спостерігається не на поверхні матеріалу, а на деякій його глибині (від часток до декількох мм), що пояснюється охолоджуванням поверхні навколошнім середовищем.

Глибина проникнення короткохвильових інфрачервоних променів у продукти різноманітна і залежить від властивостей, структури, характеру поверхні, вологовмісту продуктів, а також від довжини хвиль випромінювання ІЧ-генераторів. За даними деяких авторів, глибина проникнення для ряду продуктів, що володіють значною поглинальною спроможністю, рівною $A = 0.7 \div 0.9$ (наприклад, м'ясо, тісто, хліб, картопля та ін.), може досягати 18-20 мм.

Сприятливим фактором для ІЧ-оброблення харчових продуктів є наявність довжини хвиль поблизу 1 мкм в спектрі використованого генератора випромінювання і високого вологовмісту вихідного продукту (при $\lambda = 0.75 \div 2.5$ мкм вода інтенсивно поглинає 14-випромінювання). На поверхні опроміненого продукту досягається значна щільність променистого потоку, що призводить до утворення на ньому специфічної скоринки і відповідного кольору.

Щільність опромінення q (в Вт/м²) визначається як

$$q = F/S$$

де F - променистий потік генератора випромінювання, Вт; S - розрахункова поверхня опромінення, м².

ІЧ-нагрівання може бути використане не тільки як основний енергоносій, а й у комбінаціях з іншими засобами енергопідводу, наприклад, у комбінації з конвективним і НВЧ-нагріванням. Для таких високотемпературних процесів, як випічка печива і хліба, сушіння сухарів, смаження зерен кави і бобів какао, копчення риби тощо, ІЧ-випромінювання дає значний ефект.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дубова Г.Є., Безусов А.Т. Процеси і апарати харчових виробництв. – Полтава – 2008.
2. Малежик І.Ф. Процеси і апарати харчових виробництв.– Київ: НУХТ. – 2003. – 399 с.
3. Панасюк С.Г. Процеси і апарати харчових виробництв.– Луцьк: Луцький НТУ, 2014. – 54 с.
4. Поперечний А.М., Черевко О.І., Гаркуша В.Б., Кирпиченко Н.В., Ласкіна Н.А. Процеси та апарати харчових виробництв. – Київ – 2007.
5. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв – Харків. – 2002. – 399 с.
6. Кравченко Т.Ф. Процеси і апарати галузі Конспект лекцій для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної форми навчання. – Любешів – 2022.