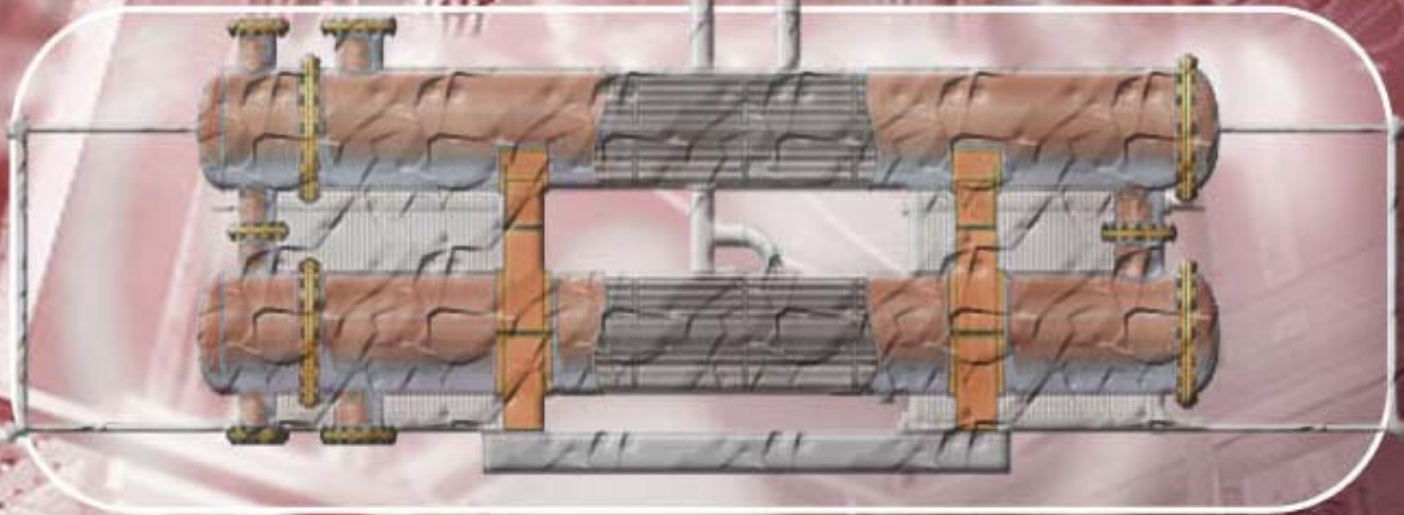


О.М. Бордюженко

ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ, ТЕПЛОТЕХНІКА ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

ЧАСТИНА 2

Процеси сушіння, випалу і плавлення.
Теплова обробка виробів з бетону
і залізобетону



Навчально-методичний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет водного господарства
та природокористування

О.М. Бордюженко

**ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ,
ТЕПЛОТЕХНІКА ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНЕ
ОБЛАДНАННЯ**

Частина 2

**Процеси сушіння, випалу і плавлення.
Теплова обробка виробів з бетону і залізобетону**

Навчальний посібник

Європейська кредитно-трансферна система

Для студентів напрямку 6.060101 "Будівництво"



Рівне – 2010

УДК 536.24+666.9

ББК 31.3

Б82

*Затверджено вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування
(Протокол № 10 від 25.09.2009 р.)*

Рецензенти:

Саницький М.А., доктор технічних наук, професор Національного університету "Львівська політехніка";

Волощук В.А., кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики та машинознавства НУВГП.

Бордюженко О.М.

Б82 Основи термодинаміки, теплотехніка та теплотехнічне обладнання: Ч.2. Процеси сушіння, випалу і плавлення. Теплова обробка виробів з бетону і залізобетону. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. – 230 с.

Навчальний посібник "Основи термодинаміки, теплотехніка та теплотехнічне обладнання" містить робочу програму, стисло викладений навчальний матеріал дисципліни, що поділений на змістові модулі і теми, питання та вправи для самоконтролю з кожної теми, методичні рекомендації до самостійної та індивідуальної роботи; типові завдання для модульних контрольних робіт, список рекомендованої літератури.

В другій частині посібника розглянуті сушарки та печі для штучних виробів, плавильні агрегати, а також процеси і апарати для теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів.

Навчальний посібник призначено для самостійного вивчення дисципліни в умовах кредитно-трансферної системи навчального процесу студентами вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом 6.060101 "Будівництво".

УДК 536.24+666.9

ББК 31.3

© Бордюженко О.М., 2010

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2010

ПЕРЕДМОВА

Дисципліна "Основи термодинаміки, теплотехніка та теплотехнічне обладнання" є однією з базових дисциплін, що формують інженерну підготовку спеціалістів багатьох технічних напрямків. Для технологів з виробництва будівельних матеріалів та виробів особливо важливою є, поряд з хімічною і інженерно-технологічною, також і теплотехнічна підготовка.

Термодинаміка і теплотехніка ґрунтуються на базових математично формалізованих законах. Термодинамічні і теплові процеси описані численними залежностями, емпіричними формулами, критеріальними рівняннями. Для засвоєння курсу студенти повинні розв'язувати задачі, пов'язані з різноманітними ситуаціями, що виникають в установках промислової теплотехніки і теплоенергетики. Локальні задачі формують необхідні базові навички до розрахунку теплових процесів і апаратів

В першій частині навчального комплексу розкриті питання, що стосуються двох перших модулів: *модуль 1* – теоретичні відомості з технічної термодинаміки і теплопередачі; *модуль 2* – горіння палива, теплові установки для сушіння і випалу. Даний посібник є продовженням комплексу (частина 2) і включає наступні 2 модулі: *модуль 3* – процеси сушіння, випалу та плавлення матеріалів; *модуль 4* – теплова обробка виробів з бетону і залізобетону.

Друга частина комплексу включає практикум з прикладами розв'язування локальних задач із розрахунку теплових агрегатів сушіння, випалу і теплової обробки бетонних і залізобетонних виробів а також лабораторний практикум з тепловологісної обробки бетону. Наведені тестові завдання для модульних контрольних робіт і завдання та рекомендації до виконання індивідуальної та самостійної роботи.

Автор вдячний рецензентам: доктору технічних наук, професору Саницькому М.А. та кандидату технічних наук, доценту Волощуку В.А. за цінні поради та рекомендації, висловлені при написанні другої частини комплексу.

3. ПРОГРАМНИЙ МАТЕРІАЛ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ (МОДУЛІ № 3-4)

Модуль 3. ПРОЦЕСИ СУШІННЯ, ВИПАЛУ І ПЛАВЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ

3.1. ПОНЯТТЯ ПРО ТЕПЛО- І МАСООБМІН ПРИ СУШІННІ

Теоретичні основи процесу сушіння а також напружений стан при сушінні виробів розглядаються в частині 1 даного комплексу.

3.1.1. Зовнішній тепло- і масообмін при сушінні

Сушіння будівельних виробів і матеріалів звичайно ведеться при невисоких температурах близько 100...200°C, при яких домінує конвективний теплообмін між сушильним агентом і матеріалом. Тому в будівельній індустрії застосовують конвективні сушильні установки.

При конвективному теплообміні потік теплоти q від сушильного агента до матеріалу можна визначити за формулою

$$q = \alpha(\bar{t}_{ca} - \bar{t}_{pm}), \quad (3.1)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі від сушильного агента до матеріалу; \bar{t}_{ca} – середня температура сушильного агента в установці; \bar{t}_{pm} – середня температура поверхні матеріалу в процесі сушіння.

Коефіцієнт тепловіддачі залежить від аеродинамічних умов обтікання матеріалу сушильним агентом, від властивостей сушильного агента, від питомої поверхні матеріалу, з якої відбувається випаровування, характеру руху сушильного агента і цілого ряду інших факторів.

В теплотехніці для опису умов тепловіддачі користуються системами диференціальних рівнянь, які здебільшого не можуть бути вирішені стосовно до конкретних умов. Тому конкретні умови тепловіддачі вивчають експериментально, а отримані дані в залежності від різних змінних факторів узагальнюють, користуючись теорією подібності. Для подібних явищ у якості обов'язкових закладають геометричну подібність, подібність фізичних структур, початкових станів і умов поверхневої взаємодії тіл з навколишнім середовищем. Таким чином,

3.2.3. Сушарки киплячого шару

У сушарках киплячого шару частинки матеріалу висушуються знаходячись у псевдорозрідженому стані на решітці у потоці рухомого теплоносія.

Застосовують як однокамерні, так і дво- і трикамерні установки періодичної і неперервної дії. Сушарки періодичної дії доцільно застосовувати для одержання невеликої кількості матеріалу з постійною вологістю. Найбільшого поширення набули сушарки неперервної дії. Вони забезпечують високу продуктивність і об'ємне напруження за вологою.

Установки киплячого шару працюють за принципом протитоку:

матеріал рухається зверху вниз назустріч гарячим газам, проходячи послідовно ряд камер.

На рис. 3.4 наведена схема триступінчастої сушарки з киплячим шаром. Сушильний агент подають або під кожну решітку окремо, або він послідовно проходить усі решітки. Решітки мають круглі отвори, діаметр яких менше мінімального діаметру зерен матеріалу, що висушується. Живий переріз решіток складає 1,5...3%. Матеріал послідовно перетікає з верхньої решітки на середню, а потім на нижню через бічні вертикальні тічки.

Оскільки сушарки киплячого шару працюють під тиском, їх корпус повинен бути герметичним з метою уникнення вибивання сушильного агента через нещільності установки.

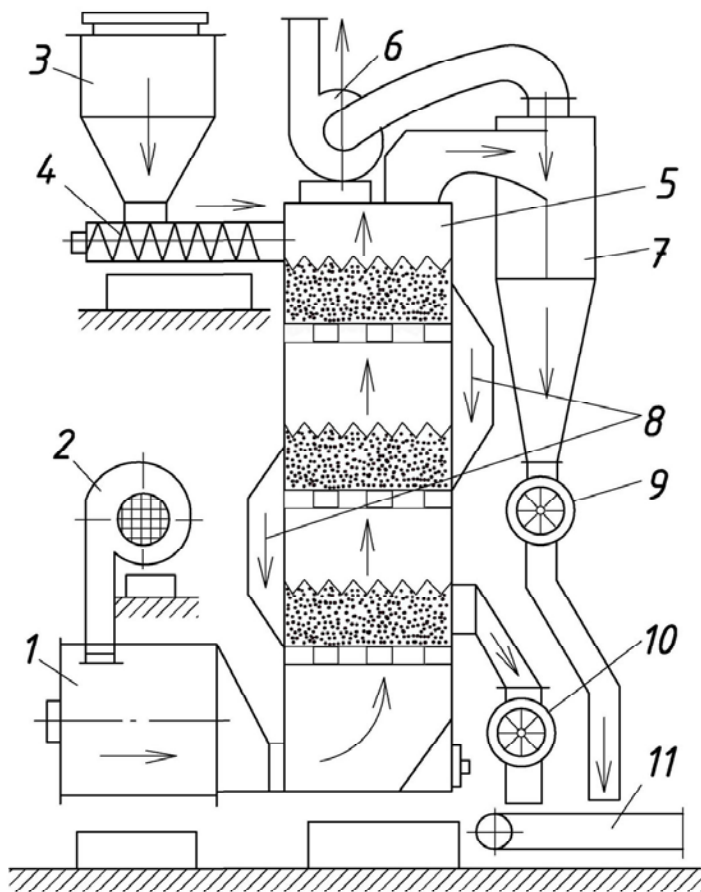


Рис. 3.4. Схема трикамерної сушарки киплячого шару

1 – топка; 2 – дуттьовий вентилятор; 3 – бункер вологого матеріалу; 4 – живильник; 5 – сушильна камера; 6 – димосос; 7 – пилоосаджувач; 8 – перетіки киплячого шару; 9 – вивантажувач-ущільнювач пилоосаджувача; 10 – розвантажувач-ущільнювач камери сушарки; 11 – конвеєр

Через завантажувальний отвір *10* у шахту подають сировинні матеріали і кокс. В середині шахти знаходиться конус *11*, за допомогою якого матеріал, що завантажується, і паливо рівномірне розподіляються по перерізу. Над верхньою горловиною шахти укріплений металевий ковпак *12* зі скошеним днищем – іскрогасник, по похилому днищу якого скачуються тверді частки, що випадають з газового потоку, а потім виводяться через патрубок *13*. Вихідна сировина, кокс і розплав рухаються зверху донизу, а продукти горіння палива – димові гази – разом з летучими речовинами – знизу нагору, омиваючи і нагріваючи матеріал.

Нижня частина шахти, від підлоги до першого ряду фурм, називається *горном*. В ньому накопичується розплав, що остигає там до заданої в'язкості. В горні розплав повинен одержати визначені усереднені склад і температуру, а тому тривалість витримки його чітко фіксована. Звичайно висота горна складає 0,5...1 від його діаметра (практично 0,6...0,7).

В шахті при сталому режимі роботи умовно розрізняють чотири технологічні зони: I – сушіння, II – дегідратації і декарбонізації, III – плавлення сировини, IV – гомогенізації розплаву. Зона плавлення знаходиться над фурмами, тут згоряє паливо, підвищуючи температуру до 1600...1800°C. Розплав, що утворився, по розпеченому коксу стікає в горн, а продукти горіння палива спрямовуються нагору – у зону декарбонізації, де вони нагрівають верхні шари матеріалу до 800...900°C. У цій зоні глинисті компоненти сировини дегідратуються і розпадаються на первинні оксиди, а карбонатні компоненти розкладаються з виділенням CO₂. Далі гази проходять зону підсушування, де підсушують і підігрівають до 100...120°C, свіжезавантажену сировинну суміш.

В якості палива використовують доменний або ливарний кокс. Останній більш продуктивний, оскільки має менші пористість і реакційну здатність (до 25 %), велику крупність шматків. Розмір шматків,

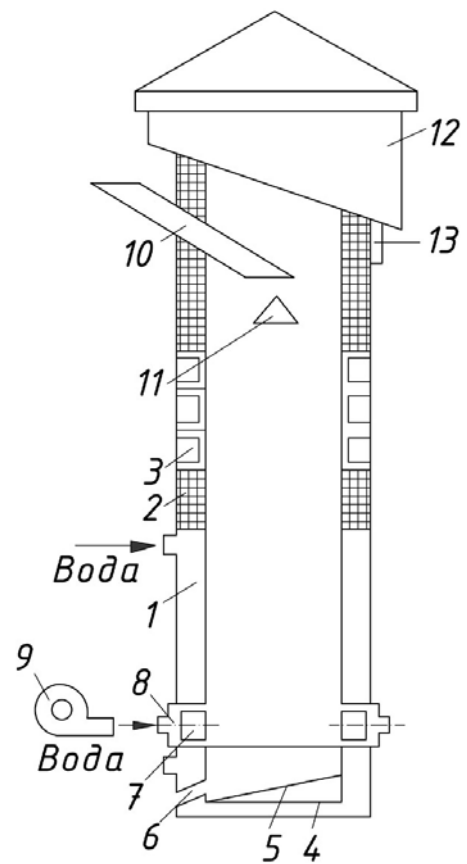


Рис. 3.14. Вагранка для отримання мінеральних розплавів

Модуль 4. ТЕПЛОВА ОБРОБКА ВИРОБІВ З БЕТОНУ І ЗАЛІЗОБЕТОНУ

3.7. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕПЛОВУ ОБРОБКУ БЕТОНУ

3.7.1. Поняття теплової і тепловологісної обробки. Фізико-хімічні процеси, що відбуваються в бетоні при ТВО

Теплова обробка – найбільш розповсюджений і ефективний метод прискорення твердіння бетону.

Бетоном називають композиційний матеріал, що складається із цементного каменю, заповнювача і контактного шару між ними. Міцність бетону суттєво залежить від структури цементного каменю, що формується в процесі твердіння при обов'язковій наявності вологи.

Швидкість зростання структурної міцності бетону, як і швидкість будь-якої хімічної реакції, може бути різко збільшена із підвищенням температури середовища при тепловій обробці. Оскільки, при тепловій обробці можливе випаровування вологи з матеріалу, а її видалення припиняє процес гідратації цементу, то для проведення теплової обробки створюють умови, що дозволяють зберегти вологу в бетоні. Виходячи з цього, теплову обробку бетону з умовою збереження вологи в матеріалі називають **тепловологісною обробкою (ТВО)***. Термін "**пропарювання**" використовують у випадках ТВО пароповітряною сумішшю (найбільш розповсюджений спосіб) або середовищі чистої насиченої пари.

Тепловологісна обробка бетонних і залізобетонних виробів є одним з найбільш тривалих і відповідальних процесів в технології їх виробництва. Кінцевою метою теплової обробки в більшості випадків є отримання не повної проектної міцності бетону, а лише її частки, як правило, 70% проектної. Це дає можливість виконувати подальші виробничі операції (розпалублення, передачу зусилля арматури на бетон, транспортування, монтаж тощо).

Як було зазначено вище, підвищення температури приводить до прискорення реакції гідратації цементу – підвищення з 20°C до 60...100°C приводить до прискорення реакції в 6...12 разів. При цьо-

* При подальшому викладенні матеріалу даного модуля будуть використовуватись терміни як "теплова", так і "тепловологісна" обробка, які в даному контексті можна вважати синонімами.

встановлена потужність складає 60...80 кВт на відсік або 3 кВт на 1 м² нагрівальної поверхні.

Під час електропрогрівання у виробі виникають температурні і вологісні градієнти, постійно спрямовані від середини до периферії. Волога мігрує до поверхні і випаровується. Інтенсивність випаровування залежить від температури і тривалості прогрівання, розташування електродів і утеплення бетону. Щоб запобігти пересушування твердіючого бетону, відкриті поверхні вкривають паро- і теплоізоляційними матеріалами (плівками, матами, щитами тощо). Укриття не обов'язкове при електропрогріванні легких і ніздрюватих бетонів, що повинні мати знижену відпускну вологість.

Загальні витрати електроенергії при тепловологісній обробці бетону способом електропрогрівання складають 50...150 кВт·год/м³. Менші величини характерні для літнього періоду часу, хорошій теплоізоляції і високоекзотермічних цементів.

3.14.2. Електрообігрівання бетону випромінюванням

При тепловологісній обробці бетону інфрачервоним випромінюванням тепловий потік від електронагрівників може безпосередньо сприймати відкрита поверхня виробу, обумовлюючи швидкий її нагрів або нагрівати стінки форми від яких теплота кондуктивно передається поверхні виробів і поширюється всередину.

Інфрачервоні промені являють собою невидимі теплові промені, випромінювані нагрітою поверхнею твердого тіла. Довжина хвиль інфрачервоного випромінювання (0,76...500 мкм) залежить від температури випромінюючої поверхні генератора. При заводському виготовленні залізобетонних виробів використовують інфрачервоні промені, довжина хвиль яких не більша 6 мкм, що відповідає температурі поверхні генератора до

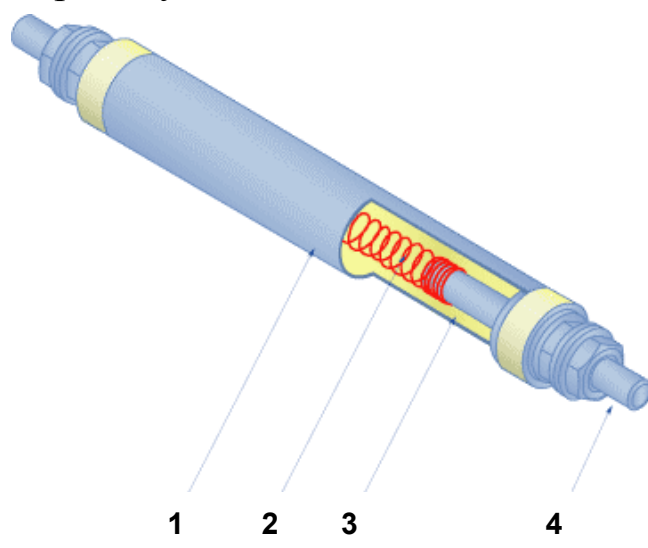


Рис. 3.50. Схема трубчастого електронагрівача:

1 – оболонка; 2 – спіраль; 3 – наповнювач (ізолятор); 4 – контактна частина

t_3 вимірюються термопарами 5. При потребі можна вимірювати температуру поверхні виробу більше ніж в одній точці, а також збільшити кількість точок всередині виробу.

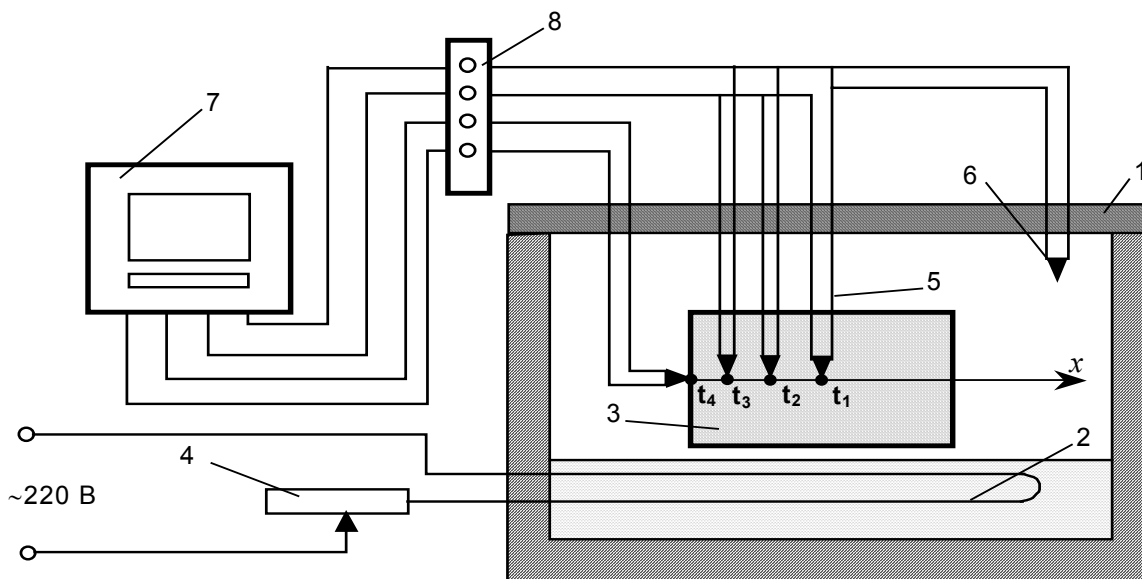


Рис. 5.4. Схема дослідної установки

1 – пропарювальна камера; 2 – нагрівальний елемент; 3 – виріб; 4 – реостат; 5, 6 – термопари; 7 – вимірювальний комплекс; 8 – термостат холодних спаїв

Порядок виконання роботи.

1. Закласти у виріб та у камеру необхідні термопари.
2. Розмістити форму з виробом в пропарювальну камеру 1 та підключити вимірювальний комплекс 7.
3. Визначити початкові температури.

Таблиця 5.3

Дослідні дані

τ , хв.	Температура, °C				
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_c
0					
5					
10					
...					
60					

6. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Модуль №3

Процеси сушіння, випалу і плавлення матеріалів

1. Як визначити потік теплоти від сушильного агента до матеріалу при конвективному теплообміні?

- $q = \alpha(\bar{t}_{ca} + \bar{t}_{pm})$.
- $q = \frac{\alpha}{(\bar{t}_{ca} - \bar{t}_{pm})}$.
- $q = \alpha(\bar{t}_{ca} - \bar{t}_{pm})$.

2. Який вид теплообміну домінує в поширених сушарках будівельної індустрії?

- Конвективний.
- Індуктивний.
- Кондуктивний.
- Променевий.

3. Який основний аеродинамічний критерій в умовах природної конвекції?

- Критерій Рейнольдса.
- Критерій Архімеда.
- Критерій Фур'є.
- Критерій Прандтля.

4. Як може переміщуватися всередині матеріалу волога при сушінні?

- Лише у вигляді рідини.
- Лише у вигляді пари.
- У вигляді рідини або пари.

5. За якою формулою визначається коефіцієнт теплопередачі крізь багат шарову плоску стінку?

- $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$.
- $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$.
- $k = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}$.

7.3. Рекомендації до виконання курсової роботи

Наведені рекомендації стосуються окремих розділів курсової роботи. Більш повно дані рекомендації викладені в "Методичних вказівках до виконання курсової роботи №2 з дисципліни "Основи термодинаміки, теплотехніка і теплотехнічне обладнання" (розділ "Теплова обробка бетонних і залізобетонних виробів") [13].

7.3.1. Вибір режиму тепловологісної обробки

Ефективним вважається такий режим ТВО, який дозволяє отримувати бетон заданої міцності при мінімальній витраті в'язучого і теплової енергії. Режим пропарювання повинен забезпечувати досягнення бетоном після ТВО певного значення відпускної (відносної) міцності (в % від R_{28} , як правило 70%).

Режим ТВО (рис. 7.1) включає в себе параметри періодів нагріву, ізоtermічного прогріву (при t_{\max}) і охолодження.

Повний цикл ТВО складається з наступних періодів:

- попереднє витримування при t навк. середовища $\tau_{\text{п.в.}}$;
- нагріву $\tau_{\text{н.}}$;
- ізоtermічного витримування (прогріву) $\tau_{\text{із.}}$;
- охолодження $\tau_{\text{ох.}}$;

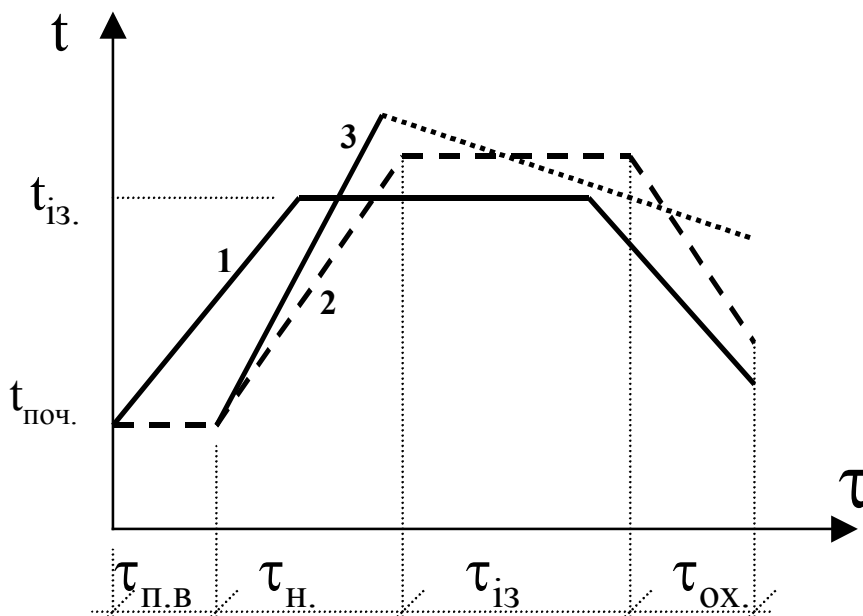


Рис. 7.1. Режими тепловологісної обробки:

- 1 – "звичайний" режим; 2 – режим з попереднім витримуванням; 3 – "піковий" або термосний режим (застосовується при достатньо хорошій теплоізоляції теплової установки – напр., для касетних установок)

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
1. ОПИС ТА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ І РОЗПОДІЛ БАЛІВ	8
3. ПРОГРАМНИЙ МАТЕРІАЛ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ (МОДУЛІ № 3-4) ...	13
<i>Модуль 3. Процеси сушіння, випалу і плавлення матеріалів.....</i>	<i>13</i>
3.1. Поняття про тепло- і масообмін при сушінні	13
3.1.1. Зовнішній тепло- і масообмін при сушінні.....	13
3.1.2. Внутрішній тепло- і масообмін.....	18
3.2. Сушильні установки для порошкоподібних матеріалів та суспензій	19
3.2.1. Пневматичні сушарки.....	19
3.2.2. Сушильні установки для суспензій.....	21
3.2.3. Сушарки киплячого шару	25
3.3. Сушильні установки для формованих виробів	26
3.3.1. Камерні сушарки.....	26
3.3.2. Тунельні сушарки	28
3.3.3. Сушарки для листових виробів	31
3.4. Випал керамічних виробів та матеріалів	33
3.4.1. Випал керамічних виробів	33
3.4.2. Процеси спучування і спікання при випалі штучних заповнювачів бетону	35
3.5. Установки для випалу керамічних виробів та матеріалів	38
3.5.1. Печі для випалу формованих виробів	38
3.5.2. Печі для випалу штучних заповнювачів бетону	44
3.6. Процеси плавлення. Плавильні установки.....	48
<i>Модуль 4. Теплова обробка виробів з бетону і залізобетону</i>	<i>53</i>
3.7. Загальні відомості про теплову обробку бетону.....	53
3.7.1. Поняття теплової і тепловологісної обробки. Фізико-хімічні процеси, що відбуваються в бетоні при ТВО.....	53
3.7.2. Способи теплової обробки бетону	54
3.8. Екзотермія бетону	58
3.9. Тепло- і масообмін при тепловологісній обробці.....	60
3.10. Режими тепловологісної обробки.....	67
3.10.1. Поняття режиму тепловологісної обробки	67
3.10.2. Фактори, що визначають раціональні режими теплової обробки.....	69
3.10.3. Попереднє витримування бетону	73

3.10.4. Особливості режимів теплової обробки в пароповітряному середовищі	74
3.10.5. Теплова обробка в середовищі чистої насиченої пари	79
3.10.6. Теплова обробка контактним способом.....	80
3.11. Класифікація установок для тепловологісної обробки.....	83
3.12. Теплові установки періодичної дії.....	86
3.12.1. Ямні камери.....	86
3.12.2. Касетні установки	93
3.12.3. Стенди формування і паропрогріву.....	97
3.12.4. Термоформи	100
3.12.5. Автоклавні установки.....	104
3.13. Теплові установки неперервної дії.....	109
3.13.1. Горизонтальні камери неперервної дії.....	109
3.13.2. Вертикальні пропарювальні камери.....	118
3.13.3. Вібропрокатні стани	120
3.14. Електротеплова обробка бетону	122
3.14.1. Електропрогрівання.....	123
3.14.2. Електрообігрівання бетону випромінюванням	126
3.14.3. Прогрівання бетону в електромагнітному полі.....	128
3.15. Основи розрахунку установок для тепловологісної обробки.....	130
3.15.1. Загальні принципи	130
3.15.2. Розрахунок установок періодичної дії	131
3.15.3. Розрахунок установок неперервної дії.....	135
3.15.4. Розрахунок установок електротеплової обробки	138
3.15.5. Розрахунок автоклавів.....	142
3.16. Шляхи зниження енерговитрат при тепловій обробці бетону ..	144
3.16.1. Основні напрямки зменшення витрат тепла.....	144
3.16.2. Ефективні рішення огорожувальних конструкцій камер теплової обробки	147
3.16.3. Ефективні системи паророзподілу	151
3.16.4. Геліотермальна обробка бетону	155
4. ПРАКТИКУМ. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ	157
5. ЗАВДАННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	171
5.1. Теплофізичні характеристики тепловологісної обробки бетону .	171
5.2. Температурні перепади в бетонних виробках при тепловій обробці.....	175
6. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ	178

7. ЗАВДАННЯ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ	186
7.1. Загальні вимоги до оформлення роботи	186
7.2. Приклади завдань на курсову роботу	187
7.3. Рекомендації до виконання курсової роботи	190
7.3.1. Вибір режиму тепловологісної обробки	190
7.3.2. Технологічні параметри та конструктивні характеристики теплової установки	196
7.3.3. Розрахунки тепловиділення бетону	205
7.3.4. Матеріальний баланс теплової установки	207
7.3.5. Тепловий баланс теплової установки	208
7.3.6. Гідравлічний розрахунок	213
8. ТЕМАТИКА ТА ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ	216
8.1. Загальні рекомендації до самостійної роботи	216
8.2. Завдання для самостійного розв'язання задач	216
8.2.1. Процеси сушіння, випалу і плавлення матеріалів	217
8.2.2. Теплова обробка виробів з бетону і залізобетону	219
8.3. Теми рефератів для самостійної роботи	221
9. ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	223
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	227

Навчальне видання

Бордюженко Олег Михайлович

Основи термодинаміки, теплотехніка та теплотехнічне обладнання

Частина 2

*Процеси сушіння, випалу і плавлення.
Теплова обробка виробів з бетону і залізобетону*

Навчальний посібник

Європейська кредитно-трансферна система

Друкується в авторській редакції



Підписано до друку 25.09.2010 р. Формат 60×84 1/16.
Папір друкарський №1. Гарнітура Times. Друк різнографічний.
Ум.-друк арк.13,4 Обл.-вид. арк. 14,1.
Тираж 100 прим. Зам. № 1473.

Підготовка pdf-версії:

Бордюженко О.М.
www.tbk.rv.ua

*Редакційно-видавничий центр
Національного університету
водного господарства та природокористування
33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
РВ №31 від 26.04.2005 р.*