

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**О. В. Афанасьєв**

**СТАНДАРТИЗАЦІЯ В БУДІВЕЛЬНОМУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр  
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

**Афанасьєв О. В.** Стандартизація в будівельному матеріалознавстві : конспект лекцій для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 56 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. О. В. Афанасьєв

Рецензент

**Н. Г. Морковська**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 5 від 16.11.2018.*

Конспект лекцій складено з метою допомоги студентам засвоїти основи стандартизації та сформувати у них необхідні знання, вміння і навички контролю та корегування якості будівельних матеріалів на стадії виробництва та експлуатації.

© О. В. Афанасьєв, 2019

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
Тема 1 Головні поняття дисципліни.....	6
1.1 Стандартизація, основні визначення дисципліни.....	6
1.2 Історичні передумови появи стандартизації.....	7
1.3 Система стандартизації України.....	8
Тема 2 Стандарти та їх застосування.....	11
2.1 Мета стандартизації та класифікація стандартів.....	11
2.2 Шифрування стандартів.....	14
2.3 Правила та методи стандартизації.....	15
Тема 3 Розробка стандартів.....	18
3.1 Порядок розробки та впровадження стандартів.....	18
3.2 Діяльність зі стандартизації на міжнародному рівні.....	20
Тема 4 Стандартизація методів і способів вимірювання.....	21
4.1 Види вимірювань.....	22
4.2 Похибка вимірювань. Види похибок.....	24
4.3 Еталони.....	25
Тема 5 Стандартизація міцності цементу.....	26
5.1 Визначення міцності цементу на стиск.....	27
5.2 Визначення міцності цементу при згині.....	28
Тема 6 Стандартизація міцності бетону.....	29
6.1 Визначення міцності бетону на стиск.....	30
6.2 Визначення міцності бетону на осьовий розтяг.....	33
6.3 Визначення статистичних характеристик.....	35
Тема 7 Стандартизація агресивних впливів на матеріали будівель, що експлуатуються.....	36
7.1 Аналіз агресивних впливів середовища на стан матеріалу конструкцій.....	36
7.2 Показники ступеня агресивного впливу середовища.....	37

7.3	Захист будівельних конструкцій від агресивних дій.....	40
Тема 8	Стандартизація будівельної кераміки.....	41
8.1	Загальні відомості про кераміку.....	41
8.2	Властивості кераміки.....	43
8.3	Характеристики та властивості глин.....	43
Тема 9	Стандартизація технологічного процесу виготовлення керамічної плитки.....	45
9.1	Технологія виготовлення сирця.....	45
9.2	Технологія виготовлення фритти, ангобів та глазури.....	47
Тема 10	Стандартизація фізико-хімічних показників керамічної плитки.....	50
10.1	Класифікація керамічної плитки та стандартизація розмірів.....	50
10.2	Стандартизація міцності керамічної плитки.....	52
	Список використаних джерел .....	55

## ВСТУП

Стандартизація являє собою особову галузь знань, що пов'язані з узагальненням передових досягнень науки та техніки і закріплює ці досягнення у встановленому законодавством порядку.

Метою курсу є засвоєння основ стандартизації та формування у студентів необхідних знань, вмінь і навичок для контролю та корегування якості будівельних матеріалів на стадіє виробництва та експлуатації.

Завданням навчальної дисципліни є ознайомлення студентів із основними термінами та визначеннями дисципліни, з існуючими чинними нормативно-технічними документами та їх основними положеннями, отримання та застосування знань для забезпечення випуску якісної продукції, підвищення її конкурентоспроможності на вітчизняному та міжнародному ринках.

Курс «Стандартизація в будівельному матеріалознавстві» призначений для студентів бакалаврів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

# ТЕМА 1 ГОЛОВНІ ПОНЯТТЯ ДИСЦИПЛІНИ

## План

- 1 Стандартизація, основні визначення дисципліни
- 2 Історичні передумови появи стандартизації
- 3 Система стандартизації України

### 1.1 Стандартизація, основні визначення дисципліни

Закон України № 1315-VII від 05 червня 2014 року. **«Про стандартизацію»** установлює правові та організаційні засади стандартизації в Україні і спрямований на забезпечення формування та реалізації державної політики у відповідній сфері.

З 03 січня 2015 року втратив чинність Закон України від 17 травня 2001 року № 2408-III «Про стандартизацію».

Відповідно до Закону України від 05.06.2014 № 1315-VII «Про стандартизацію» **Стандартизація** – діяльність, що полягає в установленні положень для загального та неодноразового використання щодо наявних чи потенційних завдань і спрямована на досягнення оптимального ступеня впорядкованості в певній сфері.

**Стандарт** – нормативний документ, заснований на консенсусі, прийнятий визнаним органом, що встановлює для загального і неодноразового використання правила, настанови або характеристики щодо діяльності чи її результатів, та спрямований на досягнення оптимального ступеня впорядкованості в певній сфері.

**Національний стандарт** – стандарт, прийнятий національним органом стандартизації та доступний для широкого кола користувачів.

**Нормативний документ** – документ, що встановлює правила, настанови чи характеристики щодо діяльності або її результатів.

### **Об'єктами стандартизації є:**

- матеріали, складники, обладнання, системи, їх сумісність;
- правила, процедури, функції, методи, діяльність чи її результати, включаючи продукцію, персонал, системи управління;
- вимоги до термінології, позначення, фасування, пакування, маркування, етикетування тощо.

### **Суб'єктами стандартизації є:**

- центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері стандартизації;
- центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері стандартизації;
- національний орган стандартизації;
- технічні комітети стандартизації;
- підприємства, установи та організації, що здійснюють стандартизацію.

## **1.2 Історичні передумови появи стандартизації**

Потреба в стандартизації з'явилися в процесі розвитку людського суспільства. Звичайно, тоді люди не ставили за мету створити стандартизацію в розумінні сьогодення. Поява та удосконалювання писемності, спостереження за небом та створення різноманітних календарів тих часів, виникнення грошової одиниці та, згодом, одиниці мір та ваги – це і були перші ознаки майбутньої стандартизації.

Для будівництва пірамід Єгипту було потрібне каміння відповідних розмірів та в необхідній кількості, для будівництва Вавилонської вежі – цегла. З розвитком торгівлі з'явилася потреба у флоті.

В Російській Імперії розвитку стандартизації спонукало кораблебудування (в 1701 році указом Петра I та Сенату були визначалися зразки галер, та спорядження для кораблів. При правлінні Петра I поширюються англійські одиниці виміру в кораблебудуванні – фути і дюйми.

Створені таблиці з співвідношенням російських і іноземних одиниць) та розвиток залізничного транспорту.

Через протидію іноземних фірм до революції 1917 р. країна не мала своїх стандартів. На той час одночасно діяли аршинна, дюймова та метрична система мір.

14 березня 1918 р. був прийнятий декрет «О введенни метрической системы мер и весов». 15 вересня 1925 р. створений Комитет стандартизации при Совете Труда и Обороны. 13 березня між країнами СНД було заключено «Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации». 17 травня 2001 р. Прийнятий закон України «Про стандартизацію».

### 1.3 Система стандартизації України

Відповідно до закону України «Про стандартизацію», національна стандартизація – це стандартизація, що здійснюється на рівні однієї держави. На рисунку 1.1 представлена система стандартизації України.

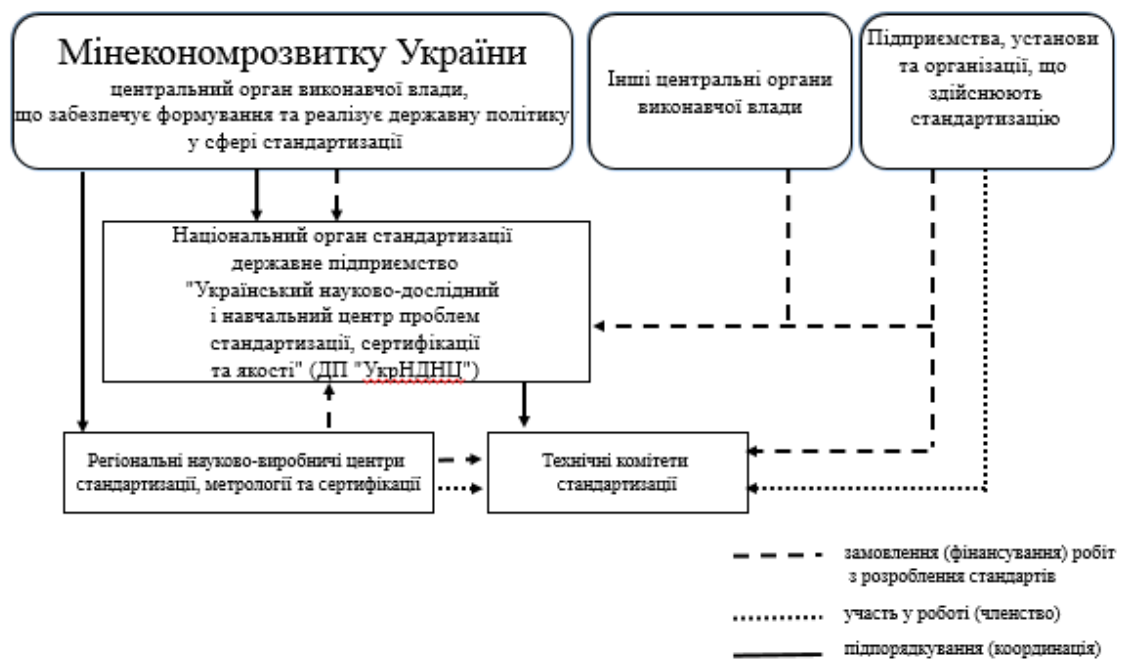


Рисунок 1.1 – Система стандартизації України

Рівні стандартизації:

- національні стандарти, прийняті національним органом стандартизації;
- стандарти і технічні умови, прийняті підприємствами, установами та організаціями.

Відміняється галузева стандартизація, у зв'язку з чим, протягом 15 років центральні органи виконавчої влади мають право у відповідних сферах діяльності та в межах своїх повноважень перевіряти, переглядати свої галузеві стандарти з метою переведення їх на національний рівень або на рівень підприємств чи скасування.

**Національний орган стандартизації** реалізує державну політику у сфері стандартизації, до повноважень якого належать:

- організація та координація діяльності щодо розроблення, прийняття, перевірки, перегляду, скасування та відновлення дії національних стандартів, кодексів ustalеної практики та змін до них відповідно до цього Закону;
- прийняття, скасування та відновлення дії національних стандартів, кодексів ustalеної практики та змін до них відповідно до цього Закону;
- вжиття заходів щодо гармонізації національних стандартів та кодексів ustalеної практики з відповідними міжнародними, регіональними стандартами та кодексами ustalеної практики;
- розроблення за погодженням з центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері стандартизації, національних стандартів та змін до них;
- забезпечення відповідності національних стандартів та кодексів ustalеної практики законодавству;
- забезпечення адаптації національних стандартів та кодексів ustalеної практики до сучасних досягнень науки і техніки;
- підготовка та затвердження програми робіт з національної стандартизації;
- прийняття рішень щодо створення та припинення діяльності технічних комітетів стандартизації, визначення сфери їх діяльності;

- координація діяльності технічних комітетів стандартизації;
- участь у підготовці міжнародних, регіональних стандартів та кодексів усталеної практики, що розробляються відповідними міжнародними та регіональними організаціями стандартизації, членом яких є національний орган стандартизації чи з якими він співпрацює згідно з положеннями таких організацій або відповідними договорами, а також забезпечення врахування інтересів України під час провадження зазначеної діяльності;
- забезпечення та сприяння співробітництву у сфері стандартизації між виробниками, постачальниками, споживачами продукції та відповідними державними органами;
- заохочення суб'єктів малого і середнього підприємництва до участі в розробленні національних стандартів та кодексів усталеної практики, забезпечення доступу зазначених суб'єктів до текстів таких документів;
- підготовка щорічного звіту про свою діяльність, внесення його після схвалення керівною радою на розгляд до центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері стандартизації, та оприлюднення на офіційному веб-сайті не пізніше п'яти робочих днів з дня схвалення цього звіту керівною радою, але не пізніше 1 квітня наступного за звітним року.

**Керівна рада національного органу стандартизації** є дорадчо-наглядним органом національного органу стандартизації та формується на паритетних засадах з представників:

- центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері стандартизації, інших центральних органів виконавчої влади та державних органів;
- наукових установ, навчальних закладів, науково-технічних та інженерних товариств (спілок);
- громадських об'єднань суб'єктів господарювання (у тому числі суб'єктів малого і середнього підприємництва), організацій роботодавців та їх об'єднань;

- громадських організацій споживачів (об'єднань споживачів);
- інших громадських об'єднань та професійних спілок.

Члени керівної ради виконують свої обов'язки на громадських засадах.

**Технічним комітетом стандартизації** є форма співробітництва заінтересованих юридичних та фізичних осіб з метою організації і виконання робіт з міжнародної, регіональної, національної стандартизації у визначених сферах діяльності та за закріпленими об'єктами стандартизації.

Технічні комітети стандартизації не мають статусу юридичної особи.

**Комісія з апеляцій.** До комісії з апеляцій може звернутися (має право) технічний комітет стандартизації або будь-яка інша заінтересована сторона. Підставою для звернення може бути рішення, дія чи бездіяльність національного органу стандартизації що призвело до порушення процедури у сфері стандартизації. Предметом апеляції не може бути зміст національного стандарту чи його проекту.

## **ТЕМА 2 СТАНДАРТИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ**

### **План**

- 1 Мета стандартизації та класифікація стандартів
- 2 Шифрування стандартів
- 3 Правила та методи стандартизації

### **2.1 Мета стандартизації та класифікація стандартів**

Відповідно до ДБН А.1.1-1 метою нормування та стандартизації у сфері будівництва, містобудування, архітектури та промисловості будівельних матеріалів є встановлення положень, що забезпечують:

- реалізацію єдиної політики у сфері нормування та стандартизації і створення єдиної системи документів;

- безпеку об'єкта нормування та/або стандартизації щодо життя чи здоров'я людей, а також збереження майна і охорони довкілля;
- раціональне використання національних ресурсів;
- усунення технічних бар'єрів у торгівлі;
- підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняних продукції, процесів та послуг.

Мета нормування та стандартизації досягається через розроблення, впровадження та застосування документів системи.

Відповідно до Закону України «Про стандартизацію» нормативні документи залежно від рівня суб'єкта стандартизації поділяються на:

- національні стандарти та кодекси усталеної практики, прийняті національним органом стандартизації;
- стандарти, кодекси усталеної практики та технічні умови, прийняті підприємствами, установами та організаціями, що здійснюють стандартизацію.

Нормативні документи в залежності від призначення, сфери діяльності та змісту поділяються на наступні категорії:

1. Міжнародні стандарти (ISO, IEC, EN) – документи, що діють на території декількох країн на підставі договору про взаємне визнання.
2. Міждержавні стандарти – Державні стандарти (ГОСТ), розроблені до 1992 року, що діють серед країн СНД.
3. Державні стандарти України (ДСТУ) – це стандарти, що сьогодні діють на території України.
4. Державні будівельні норми (ДБН) містять норми щодо виконання робіт в сфері будівництва.
5. Галузеві стандарти України (ГСТУ) – стандарти, що розробляються у разі необхідності доповнити норми ДСТУ в певній сфері або за відсутності ДСТУ.

6. Технічні умови – нормативний документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинна відповідати продукція, процес або послуга, та визначає процедури, за допомогою яких може бути встановлено, чи дотримані такі вимоги. Розробляються для продукції у випадку відсутності ГОСТ, ДСТУ, ГСТУ.

7. Стандарти підприємств – стандарти що містять вимоги на продукцію, процес або послугу та діють на конкретному підприємстві.

Відповідно до ДБН А.1.1-1 встановлені наступні види і позначення документів у сфері будівництва, містобудування, архітектури та промисловості будівельних матеріалів:

– Будівельні норми: – державні будівельні норми; – галузеві будівельні норми.

– Нормативні документи: – стандарти; – стандарти-настанови; – технічні умови; – технічні свідоцтва.

За рівнями суб'єктів нормування та стандартизації у сфері будівництва, містобудування, архітектури та промисловості будівельних матеріалів розрізняють документи: – національні; – галузеві; – підприємств, організацій, товариств, спілок.

ДБН А.1.1-1 встановлює наступні індекси документів у будівництві:

ДБН – державні будівельні норми;

ГБН – галузеві будівельні норми;

ДСТУ Б – національний стандарт у сфері будівництва;

ДСТУ-Н Б – настанова, яку прийнято як стандарт;

ТУУ – технічні умови України, які не є стандартом;

СОУ – стандарт організації;

ТС – технічне свідоцтво.

Нормативні документи будівельної галузі повинні містити обов'язкові і рекомендовані вимоги. До обов'язкових вимог відносяться:

– вимоги до якості продукції;

– вимоги щодо безпеки для життя та здоров'я людини;

- вимоги щодо охорони праці та навколишнього середовища;
- вимоги, щодо забезпечення єдності вимірювань, достовірність результатів, методів контролю якості продукції;
- вимоги, що забезпечують технічну єдність при розробці, виготовленні та експлуатації продукції.

## 2.2 Шифрування стандартів

Шифр нормативного документа містить літерні (ДСТУ/ДБН) та цифрові позначення, що розділені між собою розділовими знаками.

Шифрування (рис. 2.1) забезпечує облікову та реєстраційну єдність, дозволяє зберігати, розповсюджувати та використовувати нормативний документ.

ДБН А.1.1 – 1: 2009

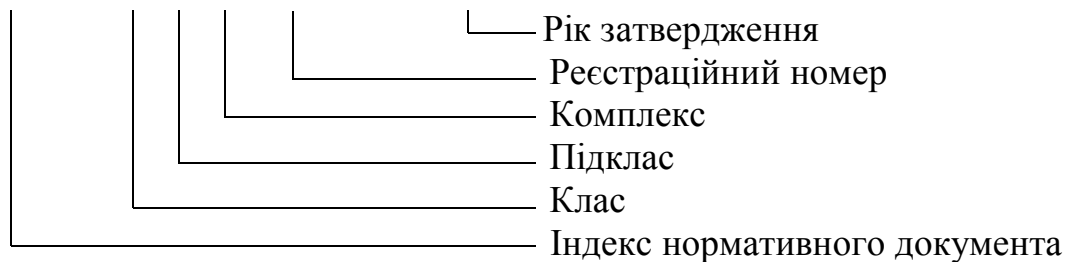


Рисунок 2.1 – Схема шифрування нормативного документа ДБН А.1.1-1:2009

Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення

Позначення документів здійснюється відповідно до «Структурою Системи нормування та стандартизації у будівництві» (рис. 2.2).

## 2.3 Правила та методи стандартизації

Вдосконалення стандартів є одним з головних завдань розвитку стандартизації. Правила стандартизації враховуються при розробленні

стандартів та дозволяють якісно та з максимальною точністю відобразити передові досягнення в різних сферах науки і виробництва.

Розрізняють головні та підпорядковані правила.

До **головних правил** стандартизації відносять:

– комплексність, що полягає у встановленні вимог не тільки для кінцевої продукції, але й до складових технологічного процесу, сировини.

– економне використання матеріалів. Дане правило реалізується не тільки шляхом звичайної економії ресурсів, але і шляхом їх раціонального використання.

– класифікація продукції під час її класифікації, що спрощує роботу з стандартизації та виготовлення продукції.

До **підрядних правил** стандартизації:

– стандартизація розмірів. Висунуті вимоги щодо розмірів які призначаються відповідно до єдиної модульної системи;

– марочні стандарти. В таких стандартах висунуті вимоги до конкретних марок продукції, наприклад до марки цементу або керамічну цеглу, тощо.

– стандартизація відбору виробів із числа існуючих. Дане правило стандартизації використовують для технічно відсталих підприємств. З метою спрощення виробництва здійснюється скорочення виробів, що відкриває можливості для використання підприємством передового досвіду інших підприємств;

– використання загороджувальних параметрів. Цей метод стандартизації полягає в нормуванні границь показників (температура оточуючого середовища при використанні полімерних матеріалів на епоксидній основі повинна складати від 17°C до 25°C).

### **Методи стандартизації**

**Симпліфікація** полягає в простому скороченні числа типів або різновидів виробів до деякого технічного і економічного мінімуму. Симпліфікація дозволяє виключити з технологічного процесу зайву

продукції до достатньої кількості зі збереженням задоволення існуючих потреб.

**Уніфікація** – це метод стандартизації, який полягає в об'єднанні двох або більше документів (технічних умов) в одному, з таким розрахунком, щоб регламентовані цим документом об'єкти виявилися взаємозамінними при вживанні. Об'єднання стандартів вимагає їх перероблення в процесі якого в стандарті зазначається достатня номенклатура продукції або типових розмірів, передбачається можливість взаємозаміни.

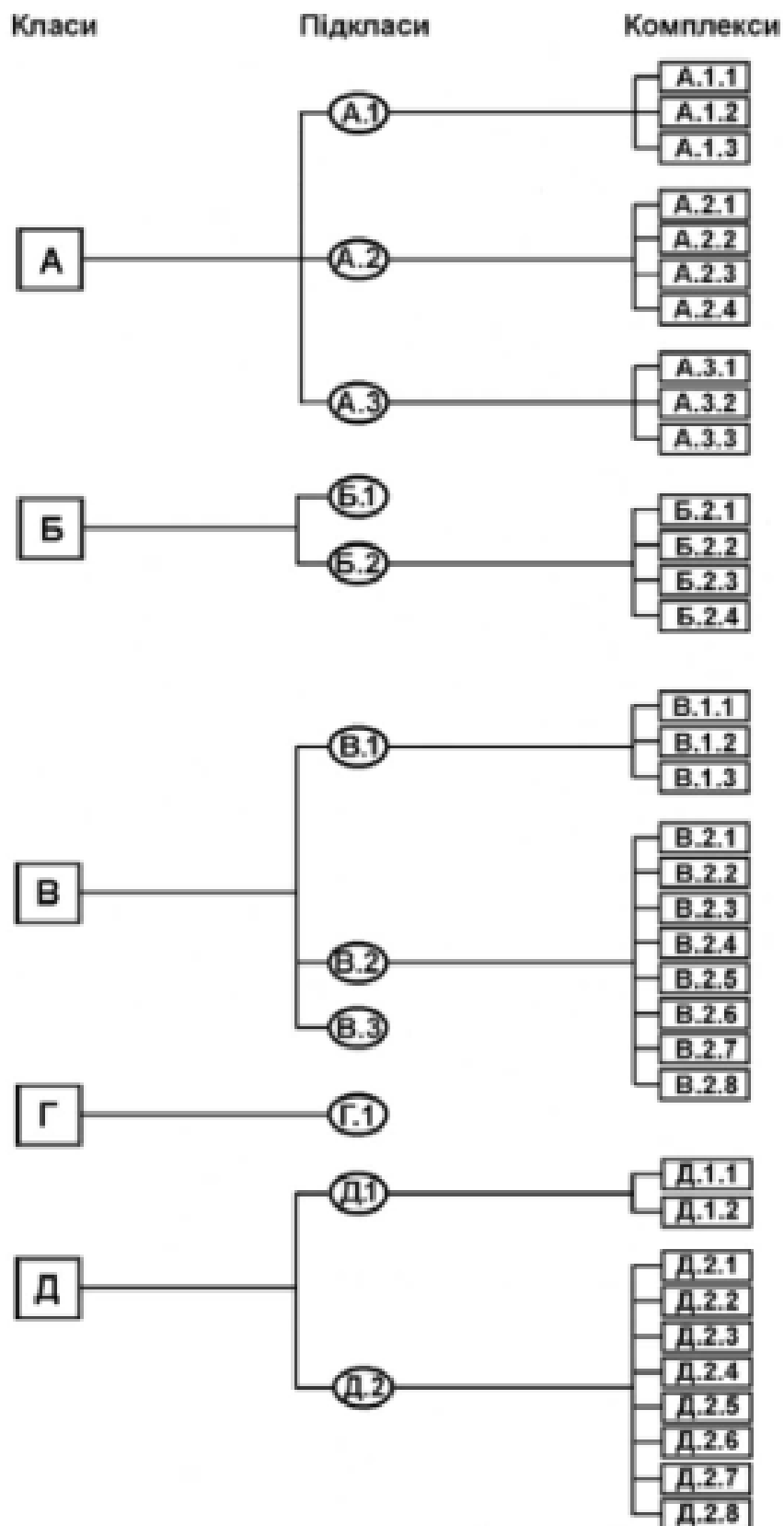


Рисунок 2.2 – Схема структури системи нормування та стандартизації у будівництві відповідно до ДБН А.1.1-1

**Типізація** – розробка і встановлення типових конструктивних або технологічних рішень, які включають в себе загальні для ряду виробів або процесів характеристики. Типізація є незамінною в будівельній галузі. Розробка та використання типових проектів дозволяє економити час та кошти.

**Агрегативання** – форма стандартизації, яка полягає в компонуванні різної номенклатури машин, агрегатів, об'єктів будівельної індустрії шляхом використання обмеженого числа стандартизованих деталей, що мають функціональну і геометричну взаємозамінність. Тобто, технологія виробництва розділена на окремі вузли (агрегати) на кожному з яких здійснюється відповідна технологічна операція.

### **ТЕМА 3 РОЗРОБКА СТАНДАРТІВ**

#### **План**

- 1 Порядок розробки та впровадження стандартів
- 2 Діяльність зі стандартизації на міжнародному рівні

Відповідно до ДСТУ 1.2 до робіт з національної стандартизації відносяться:

- розроблення проектів національних нормативних документів;
- перевіряння національних нормативних документів;
- переглядання національних нормативних документів;
- відновлення дії національних нормативних документів;
- скасування національних нормативних документів.

Відповідно до ДСТУ 1.2 організацію та координацію діяльності щодо розроблення, перевірки, перегляду, скасування та відновлення дії проектів національних нормативних документів, розробку проекту змін здійснює Національний орган стандартизації (НОС).

### **3.1 Порядок розробки та впровадження стандартів**

Розробкою і погодженням проектів національних нормативних документів займаються Технічні комітети стандартизації (ТК). Вони переглядають та перевіряють нормативні документи що розроблялися, погоджують та надають пропозиції щодо скасування чи відновлення національних стандартів.

У випадку, коли сфера діяльності жодного ТК України не поширюється на об'єкт стандартизації наказом Національного органу стандартизації створюються робочі групи, до складу яких входять представники заінтересованих сторін.

Після подання пропозиції щодо розроблення проекту національного нормативного документу складається технічне завдання на розроблення проекту національного нормативного документу (ТЗ). Згідно з вимогами, встановленими в технічному завданні розробляється перша редакція проекту національного нормативного документу. До першої редакції розробляється пояснювальна записка.

На наступному етапі розробки відповідальний технічний комітет надсилає повідомлення про розробку першої редакції проекту нормативного документа до Національного органу стандартизації для оприлюднення. На протязі 60 календарних днів розробник очікує коментарі та пропозиції щодо першої редакції проекту нормативного документу. Відповідальний технічний комітет надає відповіді на коментарі. У випадку відхилення пропозицій технічний комітет зобов'язаний надати відповідне пояснення. За результатами коментарів заінтересованих сторін відповідальний технічний комітет складає протокол.

Розробник збирає коментарі до першої редакції проекту та узагальнює їх у «Зводі коментарів». Після опрацювання всіх зауважень та пропозицій та у випадку їх відсутності, відповідальний технічний комітет розглядає першу редакцію проекту та складає відповідний протокол.

Після закінчення строку подачі коментарів розробник готує другу редакцію проекту та пояснювальну записку до неї. Другу редакцію розглядає відповідальний технічний комітет та складає протокол. У випадку погодження всіх протиріч друга редакція стає остаточною. Формується справа національного нормативного документу яка відправляється до Національного органу стандартизації на технічну перевірку та його прийняття та введення в дію.

При виникненні протиріч між відповідальним технічним комітетом та спорідненим технічним комітетом або іншими заінтересованими сторонами щодо другої редакції проекту нормативного документа може розроблятися третя та наступні редакції на кожну з яких складається пояснювальна записка.

### **3.2 Діяльність зі стандартизації на міжнародному рівні**

Міжнародне співробітництво з стандартизації виникає на початку двадцятого століття. Спонукало до міжнародного співробітництва створення у 1906 році Міжнародної електротехнічної комісії. На той час норми в сфері електротехніки були найменше погоджені між країнами, що призводило до виникнення труднощів при використанні імпортової продукції.

Інтереси України в міжнародних організаціях стандартизації забезпечує Центральний орган виконавчої влади що забезпечує формування державної політики у сфері стандартизації. Відповідно до Закону України «Про міжнародні договори України» укладає міжнародні договори України про співробітництво та проведення робіт у сфері стандартизації з відповідними органами інших держав.

В регіональних та міжнародних організаціях з стандартизації інтереси України представляє Національний орган стандартизації.

До міжнародних організацій (табл. 3.1) з стандартизації відносяться:

Таблиця 3.1 – Міжнародні організації з стандартизації

– ІСО (ISO) – міжнародна організація з стандартизації. Діє з 1946 року.	
– МЕК (Міжнародна електротехнічна комісія). Діє з 1906 року.	
– РІЛЕМ – Міжнародна об'єднана лабораторія по випробуванню будівельних матеріалів і конструкцій. Заснована в 1947 році.	
– Міжнародна федерація з залізобетону (FIB). Заснована в 1998 році.	

До компетенції НОС входить укладання договорів про співробітництво та проведення робіт у сфері стандартизації органами стандартизації інших держав, забезпечення виконання зобов'язань, що взяті за результатами участі в міжнародних організаціях з стандартизації.

## ТЕМА 4 СТАНДАРТИЗАЦІЯ МЕТОДІВ І СПОСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ

### План

- 1 Види вимірювань
- 2 Похибка вимірювань. Види похибок
- 3 Еталони

## 4.1 Види вимірювань

**Вимірювання** – знаходження значень фізичних величин дослідним шляхом або за допомогою спеціальних технічних засобів.

**Одиниця виміру** – фізична величина певного розміру, прийнята для кількісного відображення однорідних з нею величин.

Існує вимірне значення величини і справжнє. Вимірювати якусь фізичну величину  $Q$  – означає порівняти її з іншою величиною  $U$ , що прийнята за одиницю виміру і висловити першу в частинах останньої в математичній формі.

Основне рівняння вимірювань:

$$Q=q \cdot U,$$

де  $Q$  – значення фізичної величини в прийнятих одиницях, що показує у скільки разів  $Q$  більше або менше  $U$ ;

$U$  – одиниця фізичної величини.

Види вимірювань:

- прямі;
- непрямі;
- спільні;
- сукупні.

**Прямі вимірювання** – це експериментальне порівняння вимірюваної величини або відлік показань вимірювального приладу, що безпосередньо дає значення вимірюваної величини. Наприклад, вимірювання розмірів виробів рулеткою з поділками, температуру термометром, обсягу сипучих матеріалів мірником.

**Непрямі вимірювання** одержують на підставі прямих вимірювань величин, зв'язаних з вимірюваною відомою залежністю. Приклади: визначення обсягу тіла правильної геометричної форми (рис. 4.1) за результатами прямих

вимірювань його лінійних розмірів і відповідного математичного обчислення; визначення середньої щільності будівельних матеріалів за результатами вимірювань обсягу і маси.

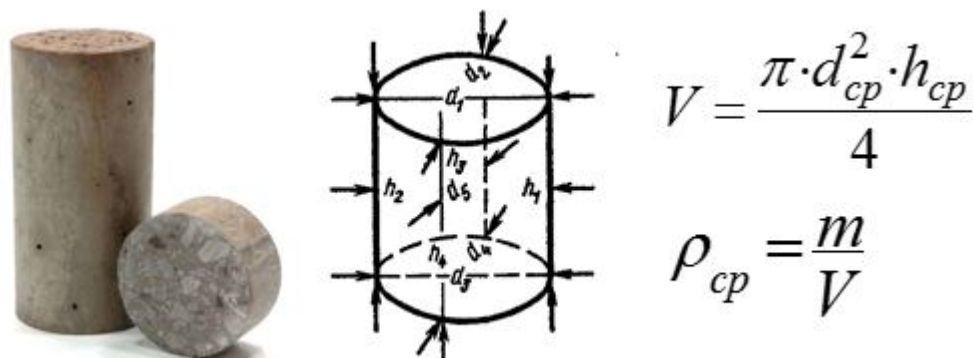


Рисунок 4.1 – Визначення середньої густини

**Спільні вимірювання** – одночасні вимірювання двох або декількох різнойменних величин для знаходження залежності між ними (рис. 4.2).



Визначення модуля пружності бетону передбачає вимірювання напруги  $\sigma$  у бетоні при різних вимірюваних значеннях відносної деформації  $\epsilon$  бетону, далі розраховують початковий модуль пружності при нарузі, яка дорівнює 0,2 від границі міцності.

Рисунок 4.2 – Визначення модуля пружності бетону

**Сукупні вимірювання** – проведені одночасно вимірювання декількох однойменних величин, при яких шукані значення знаходять рішенням системи рівнянь, що одержані при прямих вимірюваннях різних сполучень цих величин.

При сукупних вимірюваннях шукані значення різнойменних величин визначаються шляхом розв'язання системи рівнянь, що зв'язує значення шуканих величин з безпосередньо виміряними величинами.

$$F_1(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, X_1, X_2, X_3, \dots) = 0$$

$$F_2(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, X_1', X_2', X_3', \dots) = 0,$$

де  $Z_1, Z_2, Z_3$  – величина що знаходиться;

$X_1, X_2, X_3$  – виміряні величини.

В основі непрямих, спільних і сукупних вимірювань лежать прямі вимірювання.

Для оцінки точності використовують результати повторних вимірювань.

**Точністю вимірювання** називають ступінь наближення результатів вимірювань до істинного значення вимірюваної величини.

Оцінити якість виробу можна завдяки критеріям якості. Одним з таких критеріїв є розміри. В будівельних виробках розрізняють дійсні та номінальні розміри.

**Дійсний розмір** – це розмір отриманий при вимірюванні з допустимою похибкою, є перемінною величиною.

**Номінальний розмір** – це розмір, що отриманий виходячи із функціонального призначення виробу. Номінальний розмір може визначатися розрахунком або проектантом та фіксується у кресленнях та нормативно-технічних документах.

Визначити можливість використання виробу за призначенням можна завдяки допускам.

**Допуск** – дозволене стандартом можливе відхилення дійсного розміру виробу від номінального.

## 4.2 Похибка вимірювань. Види похибок

**Похибка вимірювання** – алгебраїчна різниця між отриманим при вимірюванні і істинним значенням вимірюваної величини.

Похибки містять результати всіх вимірювань.

**Види похибок:**

**Систематичні** – похибки, які в процесі вимірювань залишаються постійними або змінюються за певним законом.

**Випадкові** – похибки, які при повторних помилках однієї і тієї ж величини приймають різні значення.

**Промахи** (грубі похибки, грубі помилки) – це похибки, які значно перевищують об'єктивно допустимі систематичні або випадкові помилки.

### 4.3 Еталони

Система державних еталонів є технічною основою метрологічного забезпечення. За допомогою еталонів забезпечується точність та передача кількісного відображення одиниць вимірювань до робочих засобів вимірювань.

**Еталон одиниці виміру** – міра або вимірювальний прилад, призначений для відображення, збереження і передачі з найбільшою можливою точністю, одиниці фізичної величини в загальнодержавному або міжнародному масштабі.

За еталон кілограма (рис. 4.3) раніше використовувався циліндр з платино-іридієвого сплаву. Зараз еталоном кілограма є універсальна формула, заснована на принципах квантової фізики.



Рисунок 4.3 – Еталон кілограма з платино-іридієвого сплаву

До 1960 року еталоном довжини був виготовлений з платини метр (рис. 4.4). З 1983 року метром вважається відрізок, який проходить промінь світла у безповітряному просторі протягом однієї 299792458-й частки секунди.

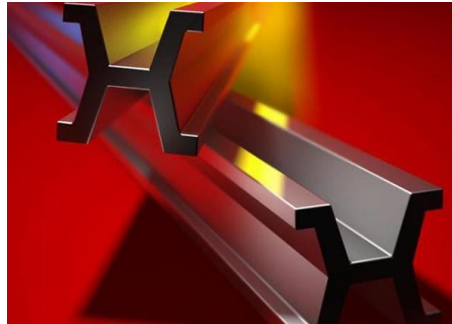


Рисунок 4.4 – Еталон довжини, що використовувався до 1983 року

Еталони поділяють на:

**Первинні** – відображають одиниці і передають їх розміри з найвищою точністю (державні еталони);

**Вторинні** – еталони-копії, робочі еталони, зразки порівняння.

## ТЕМА 5 СТАНДАРТИЗАЦІЯ МІЦНОСТІ ЦЕМЕНТУ

### План

- 1 Визначення міцності цементу на стиск
- 2 Визначення міцності цементу при згині

**Портландцемент** – продукт тонкого помелу цементного клінкеру з добавкою в кількості до 5 % гіпсу, що додається для уповільнення термінів тужавлення цементу. Портландцемент є мінеральним гідравлічним в'язучим від властивостей якого залежить якість розчину або суміші в які він

додається. Клінкер отримується випалом при температурі 1400–1450 °С вапняку і глини у приблизному співвідношенні 70 % / 30 %.

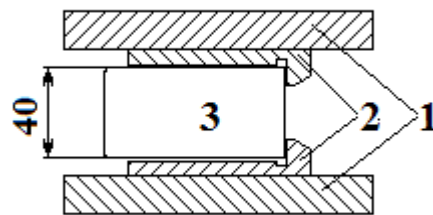
Відповідно до ДСТУ EN 196-1 визначається міцність бетону при стиску та згині. Зразки для випробувань цементу на міцність представляють собою призми розміром 40 × 40 × 160 мм, що виготовляються з цементного розчину приготованого з цементу та піску у співвідношенні 1/3.

Після виготовлення зразки протягом 24 годин знаходять у формі в шафі або кліматичній камері після чого розформовуються та поміщаються у воду до моменту проведення випробувань.

### 5.1 Визначення міцності цементу на стиск

Для проведення випробувань зразки ламаються навпіл під дією згинального навантаження, або розпилюються. При необхідності на цьому етапі випробування можна визначити границю міцності при згині.

Перед випробуванням половинки зразків розташовуються між двома металевими пластинами (рис. 5.1) та поміщається між плитами пресу.



1 – плити пресу; 2 – металеві пластини; 3 – зразок

Рисунок 5.1 – Випробування зразків-призм на стиск

Навантаження при випробуванні підвищується зі швидкістю 2400 ±200 Н/с.

Міцність при стиску,  $R_C$ , МПа визначається за формулою:

$$R_C = \frac{F_C}{1600},$$

де  $F_C$  – максимальне навантаження в момент руйнування, Н;  
1600 – площа металевих пластин, мм<sup>2</sup>.

За результат випробування міцності при стиску приймається середнє арифметичне шістьох половинок зразків, отриманих при випробуванні комплекту з трьох зразків. Результати наводяться з точністю 0,1 МПа.

У випадку, коли розбіжність між результатами випробувань одного зразку більше ніж на  $\pm 10\%$ , результат не враховується при визначенні середнього значення міцності цементу на стиск.

## 5.2 Визначення міцності цементу при згині

Відповідно до ДСТУ EN 196-1 міцність бетону при згині визначається за схемою (рис. 5.2). Зразок-призму розташовують у випробувальному приладі так, щоб одна з бічних поверхонь опиралася підпирні ролики. Навантаження передається на протилежну поверхню зразка за допомогою третього ролику. Швидкість підвищення навантаження повинна складати  $50 \pm 10$  Н/с.

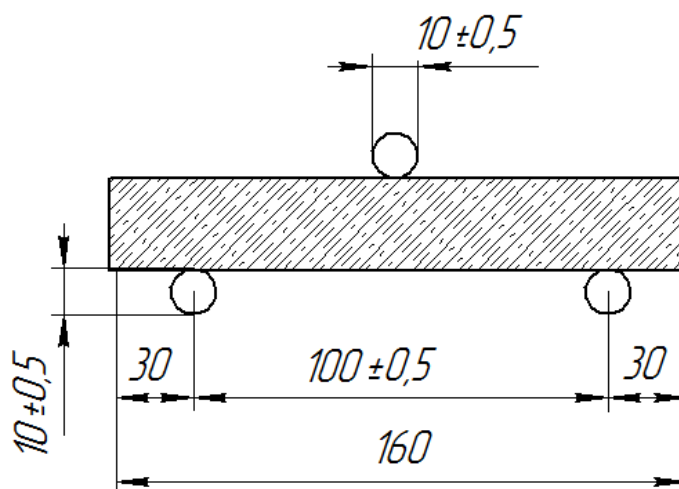


Рисунок 5.2 – Схема випробування зразку-призми на згин

Міцність при згині,  $R_f$ , МПа визначається за формулою:

$$R_f = \frac{1,5 \times F_f \times l}{b^3},$$

де  $b$  – сторона поперечного перерізу зразка, мм;

$F_f$  – руйнівне навантаження, прикладене до середини зразка, Н;

$l$  – відстань між підпірними роликами, мм.

За остаточний результат випробування міцності бетону при згині приймається середнє арифметичне трьох одиничних результатів. Точність результатів випробувань повинна складати 0,1 МПа.

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-46 вимоги до міцності цементів на стиск повинні відповідати наведеним в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вимоги до міцності цементів

Марка цементу	Міцність на стиск, МПа через		
	7 діб	14 діб	28 діб
300	–	15	30
400	–	20	40
400P	15	–	40
500	15	–	50
500P	20	–	50

## ТЕМА 6 СТАНДАРТИЗАЦІЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ

### План

- 1 Визначення міцності бетону на стиск
- 2 Визначення міцності бетону на осьовий розтяг
- 3 Визначення статистичних характеристик

**Бетонна суміш** складається з в'язучої речовини, води піску, щебеню або гравію та добавок для поліпшення властивостей. **Бетон** – штучний кам'яний матеріал, що отримується в результаті твердіння бетонної суміші для якої були підібрані складові в оптимальному співвідношенні.

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-214 Визначення міцності бетону полягає у вимірюванні мінімальних зусиль, що призводять до руйнування спеціально виготовлених контрольних зразків бетону при їх навантаженні з постійною швидкістю зростання навантаження і наступному розрахунку напружень при цих зусиллях. Виготовлення зразків здійснюється спеціальних формах. Форма і номінальні розміри зразків залежать від методу визначення міцності бетону і повинні відповідати визначеним у таблиці 6.1 і 6.4.

### 6.1 Визначення міцності бетону на стиск

При випробуванні бетону на стиск зразки мають форму куба та циліндра і їх розміри повинні відповідати ДСТУ Б В.2.7-214 (табл. 6.1).

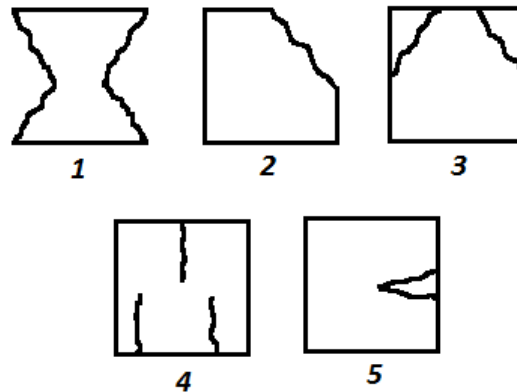
Таблиця 6.1 – Номінальні розміри зразків бетону при випробуванні на стиск

Метод	Форма зразка	Розміри зразка	
Визначення міцності на стиск	Куб	Параметр розміру	Довжина ребра
		Розмір, мм	100; 150; 200; 300
	Циліндр	Діаметр, d	100; 150; 200; 300
Висота, h		2d	
Допускається застосовувати куби з ребром завдовжки 70 мм;			

Зразки однієї серії випробовуються у розрахунковому віці на протязі однієї доби.

Випробування зразків здійснюється на пресі зі швидкістю навантаження, що забезпечує підвищення розрахункового напруження в зразку до його повного руйнування в межах  $(0,6 \pm 0,4)$  МПа/с.

За руйнівне навантаження приймається максимальне зусилля, що досягається під час випробувань. Після руйнування зразок візуально оглядається та оцінюється характер руйнування відповідно до рисунку 6.1.



1 – нормальне руйнування; 2;3;4;5 – дефектне руйнування

Рисунок 6.1 – Схеми характеру руйнування зразків при випробуваннях на стиск

Не враховуються результати випробувань з дефектами руйнувань 2;3;4;5.

Міцність бетону при випробуванні на стиск для кожного зразка розраховується з точністю до 0,1 Мпа (1 кгс/см<sup>2</sup>) за формулою:

$$f_{c \text{ cube}} = (\alpha \cdot F \cdot k_w) / A,$$

де  $F$  – руйнівне навантаження, Н (кгс);

$A$  – площа робочого перерізу зразка, см<sup>2</sup>;

$\alpha$  – масштабний коефіцієнт для приведення міцності бетону до міцності бетону в зразках базового розміру та форми (табл. 6.2);

$k_w$  – поправочний коефіцієнт для ніздрюватого бетону, який враховує вологість зразків на момент випробування.

Таблиця 6.2 – Значення масштабного коефіцієнта  $\alpha$  при стиску для всіх видів бетону (крім ніздрюватого)

Форма і розмір зразка, мм	Значення $\alpha$
Куб із розміром ребра або квадратна призма із розміром сторони:	
70	0,85
100	0,95
150	1
200	1,05
300	1,10
Циліндр (діаметр × висоту)	
100 × 200	1,16
150 × 300	1,20
200 × 400	1,24
300 × 600	1,28

За результатами випробувань бетону на міцність при стиску визначають клас важкого бетону.

**Клас бетону (С)** характеризується границею міцності, МПа, гарантованим на 95 %. Відповідно до ДБН В.2.6-98 класи міцності ґрунтуються на характеристичній кубиковій міцності  $f_{c \text{ cube}}$ , визначеній на 28 добу з максимальним значенням  $C_{\max} = C50/60$  і з статистичною забезпеченістю 0,95.

В таблиці 6.3 наведені відповідності класів та марок бетону відповідно до ДБН В.2.6-98:2009, ДСТУ Б В.2.7-176:2008, ДСТУ Б.В. 2.7-43-96.

Таблиця 6.3 – відповідності класів та марок бетону

Клас бетону		Марка бетону
ДБН В.2.6-98:2009	ДСТУ Б В.2.7-176:2008	
1	2	3
–	B3,5	M50
–	B5	M75
–	B7,5	M100
–	B10	M150
C8/10	B12,5	M150
C 12/15	B15	M200
C 16/20	B20	M250; M300
C 20/25	B25	M350

Продовження таблиці 6.3

1	2	3
C 25/30	B30	M400
C 30/35	B35	M450
C 32/40	B40	M500; M550
C 35/45	B45	M600
C 40/50	B50	M700
C 45/55	B55	M700
C 50/60	B60; B65	M800
C 55/67	B70	M900
C 60/75	B75; B80	M1000

## 6.2 Визначення міцності бетону на осьовий розтяг

При випробуванні бетону на осьовий розтяг зразки мають форму вісімки розміри якої повинні відповідати ДСТУ Б В.2.7-214 (табл. 6.3; 6.4).

Таблиця 6.4 – Номінальні розміри зразків бетону при випробуванні на осьовий розтяг

Метод	Форма зразка	Розміри зразка	
		Переріз $a \times a$	100×100; 150×150; 200×200
Визначення міцності на осьовий розтяг	Призма	Висота, h	4 a
		Діаметр, d	100; 150; 200; 300
	Циліндр	Висота, h	2d

Як зразки для визначення міцності бетону на осьовий розтяг використовують вісімки (рис. 6.2) розміри яких наведені в таблиці 6.5. За базовий зразок при всіх видах випробувань слід приймати зразок з розміром робочого перерізу  $150 \times 150$  мм.

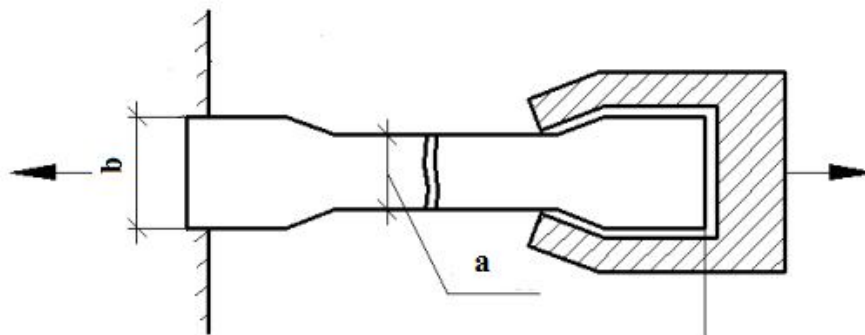


Рисунок 6.2 – Вісімка для визначення міцності бетону на осьовий розтяг

Таблиця 6.5 – Розміри вісімок для визначення міцності бетону на осьовий розтяг

Позначення розміру	Значення при поперечному перерізі зразка, мм			
	70×70	100×100	150×150	200×200
<i>a</i>	70	100	150	200
<i>b</i>	100	150	250	350
<i>l</i>	490	700	1050	1400
<i>l<sub>1</sub></i>	210	300	450	600
<i>l<sub>2</sub></i>	45	65	110	160
<i>l<sub>3</sub></i>	95	135	180	250

При випробуваннях кількість зразків вибирається в залежності від середнього внутрішньосерійного коефіцієнта варіації міцності бетону  $V_{cm}$  (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Кількість зразків у серії при випробуванні бетону на міцність

Внутрішньосерійний коефіцієнт варіації $V_c$ , %	5 і менше	Більше 5 до 8 включно	Більше 8
Кількість зразків бетону в серії, шт., не менше	2	3	6

Міцність бетону при випробуванні на осьовий розтяг для кожного зразка розраховується за формулою:

$$f_{c \text{ cube}} = (\beta \cdot F \cdot k_w) / A ,$$

де  $F$  – руйнівне навантаження, Н (кгс);

$A$  – площа робочого перерізу зразка, см<sup>2</sup>;

$\beta$  – масштабний коефіцієнт для приведення міцності бетону до міцності бетону в зразках базового розміру та форми;

$k_w$  – поправочний коефіцієнт для ніздрюватого бетону, який враховує вологість зразків на момент випробування.

### 6.3 Визначення статистичних характеристик

Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-224 при контролі за зразками до складу партії бетону збірних конструкцій може включатися бетон однієї або декількох партій конструкцій, що утворені згідно з чинними стандартами або технічними умовами на ці конструкції.

Міцність бетону в партії  $f_{c, cube}$ , МПа, обчислюють за формулою:

$$f_{c, cube} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}}{n},$$

де  $f_{ci}$  – одиничне значення міцності бетону, МПа;

$n$  – загальне число одиничних значень міцності бетону в партії.

За одиничне значення міцності бетону при контролі за зразками приймають середню міцність бетону зразків однієї серії, визначену згідно з ДСТУ Б В.2.7-214.

Для визначення характеристик однорідності бетону установлюється період, що складає від одного тижня до двох місяців. Число одиничних значень міцності бетону за цей період повинно складати не менше ніж 30.

Середній квадратичний відхил міцності бетону  $s_m$ , МПа при визначенні міцності бетону за контрольними зразками і при кількості одиничних значень в партії більше шести визначають за формулою:

$$s_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{c, cube})^2}{n - 1}}.$$

Коефіцієнт варіації відображає загальний рівень технологічного процесу на виробництві. Чим нижче коефіцієнт варіації, тим вище рівень технологічного процесу виробництва. Нормативне значення групового коефіцієнту варіації складає 13,5 %. Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-224 значення коефіцієнта варіації  $V_c$  у відсотках визначають за формулою:

$$V_c = \frac{s_m}{f_{c, cube}} \times 100.$$

Середнє значення групового коефіцієнта варіації міцності бетону за аналізований період  $V_{cm}$ , у відсотках, визначають за формулою:

$$V_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{ci} n_i}{\sum_{i=1}^N n_i},$$

де  $V_{ci}$  – коефіцієнт варіації міцності бетону кожної  $i$ -тої з  $n$  проконтрольованих за аналізований період партій бетону;

$n_i$  – число одиничних значень міцності бетону в кожній  $i$ -тій з  $n$  партій бетону;

$N$  – число проконтрольованих партій бетону за аналізований період;

$\sum_{i=1}^N$  загальне число одиничних значень міцності бетону.

Для уявлення про статистичний характер розподілу міцності бетону будують гістограму розподілу міцності бетону.

## **ТЕМА 7 СТАНДАРТИЗАЦІЯ АГРЕСИВНИХ ВПЛИВІВ НА МАТЕРІАЛИ БУДІВЕЛЬ ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ**

### **План**

- 1 Аналіз агресивних впливів середовища на стан матеріалу конструкцій
- 2 Показники ступеня агресивного впливу середовища
- 3 Захист будівельних конструкцій від агресивних дій

### **7.1 Аналіз агресивних впливів середовища на стан матеріалу конструкцій**

Матеріал будівель, що експлуатуються піддається агресивної та руйнівної дії механічних, фізичних, хімічних, фізико-хімічних, електрохімічних, біологічних впливів природного і техногенного

походження. В результаті цієї дії погіршуються властивості та характеристики матеріалу будівель і починається руйнування.

Відповідно до ГБН В.2.3-37472062-3-3.1 **агресивний вплив** – це різновид руйнівного впливу, зокрема хімічного, фізико-хімічного, електрохімічного, біохімічного впливу агресивних середовищ та електричного струму, який спричиняє корозію будівельного матеріалу.

Капілярно-пористі будівельні матеріали, наприклад бетон, експлуатується у водонасиченому стані і піддаються впливу поперемінного заморожування та відтавання, що спричиняє їх морозне руйнування.

Атмосферне повітря та повітря приміщень є газоподібним середовищем; пил, солі, різного плану сипкі матеріали є твердими середовищами; ґрунтові, річкові, морські, озерні води а також промислові стічні води, розчини лугів, солей та кислот – неорганічним рідким середовищем; нафтопродукти, масла, рослинні олії – органічним рідким середовищем.

В залежності від характеристик середовищ та умов експлуатації (характеристики матеріалів, температурно-вологісний режим, конструктивні особливості), вплив середовищ на матеріали відповідно до ГБН В.2.3-37472062-3 - 3.1 може бути слабоагресивним, середньоагресивним або сильноагресивним.

Зона вологості території є додатковим показником агресивності середовища. Утворення конденсатові вологи призводить до розчинення агресивних агентів тому агресивність середовища тим вище, чим вище вологість та вміст сульфатів та хлоридів.

## **7.2 Показники ступеня агресивного впливу середовища**

**Впливу хімічно активних агентів ґрунту – сульфатів піддаються бетонні, залізобетонні та кам'яні конструкції; електрохімічному впливу хлоридів піддається арматура залізобетонних конструкції.**

Вміст сульфатів у перерахунку на іони  $SO_4^{2-}$  (грам на 1 кг ґрунту) приймають за основний показник агресивності ґрунтів на бетонну конструкцію. Вміст хлоридів у перерахунку на іони  $Cl^-$  (грам на 1 кг ґрунту) приймають за основний показник агресивності ґрунтів на залізобетонну конструкцію.

Як для рідких середовищ визначається ступінь агресивного впливу на матеріал конструкцій у випадку розташування нижче ґрунтових.

**В дерев'яних** конструкціях при їх розташуванні вище рівня ґрунтових вод матеріал піддається впливу бактерій, комах та грибів. Ступінь впливу агресивного середовища на дерев'яні конструкції у випадку якщо вони контактують з ґрунтом при будь-якому вологісному режимі є сильноагресивним.

Електрохімічному та біохімічному впливу від бактерій піддається **метал** конструкції, що контактують з ґрунтами. У випадку, коли контактування ґрунту з конструкцією відбувається нижче рівня ґрунтових вод агресивність середовища ґрунту залежить від водневого показника  $pH$  – чим він нижчий, тим агресивніше середовище. Електропровідність середовища залежить від вмісту сульфат- та хлорид-іонів – чим більша їх концентрація тим агресивніше середовище. Якщо вище – агресивність середовища залежить від питомого електричного опору ґрунту, Ом·м, вологості та середньої температури повітря. Чим більше вологість та температура і менше питомий електричний опір тим агресивнішим є середовище.

Ступень агресивного впливу **газоподібних середовищ** залежить від виду газу та його концентрації. Саме середовище складається від газу та пари. Хімічно активними речовинами газоподібних середовищ є:

- аміак  $NH_3$ ;
- вуглекислий газ  $CO_2$ ;
- сірчаний ангідрид  $SO_2$ ;
- оксиди азоту  $NO_2$  і  $NO$ ;
- сірководень  $H_2S$ ;

- фтороводень  $HF$ ;
- хлороводень  $HCl$ ;
- хлор  $Cl_2$ .

Розчинність, гігроскопічність та вологісний режим приміщення (зона вологості території) є показниками ступеня агресивного впливу **солі, пилу, твердих аерозолів**.

Ступень агресивного впливу **рідких неорганічних середовищ і ґрунтових вод** залежить від кількісних показників активності середовища.

Відповідно до ГБН В.2.3-37472062-3 - 3.1 такими показниками є:

1. Для бетонів:

- бікарбонатна лужність – концентрація гідрокарбонатного іона  $HCO_3^-$  у мг-екв/л або жорсткість у градусах (1 град = 0,35 мг-екв/л);
- водневий показник рН – десятковий логарифм концентрації іона водню у грам-іон на літр з негативним знаком;
- вміст агресивної вуглекислоти  $CO_{2\text{агр}}$  (розчиненого у воді вуглекислого газу), магнезійних солей у перерахунку на іон  $Mg^{2+}$ , амонійних солей у перерахунку на іон  $NH_4^+$ , їдких лугів у перерахунку на іони  $Na^+$  і  $K^+$ , мг/л.;
- сумарний вміст розчинних солей – хлоридів, сульфатів, нітратів тощо, мг/л, тільки за наявності у конструкції випарювальних поверхонь.
- вміст сульфатів у перерахунку на іон  $SO_4^{2-}$ , мг/л.

2. Для арматури – вміст хлоридів у перерахунку на іон  $Cl^-$ , мг/л.

**Бактерії, гриби і тілові бактерії** спричиняють біологічну корозію бетону (біологічну корозію деревини – а гриби).

Агресивний вплив на бетон та залізобетон від грибів і тілових бактерій залежить від проникності бетону. Тому чим вища марка бетону з водонепроникності тим буде менший агресивний вплив.

**Блукаючі струми та струми витоку** призводять до корозії арматури та бетону. За величинами потенціалу арматура – бетон або за густиною струму витоку з арматури слід оцінювати небезпеку корозії арматури залізобетонних конструкцій.

Дію агресивних середовищ обов'язково враховують при розробці стандартів. Діючі в Україні стандарти містять вимоги по ряду властивостей матеріалів таких як морозостійкість, водопоглинання, водонепроникність, корозійна та електрокорозійна стійкість та ін., що висуваються в залежності від ступеня агресивності середовища.

### **7.3 Захист будівельних конструкцій від агресивних дій**

Для захисту будівельних конструкцій від агресивних дій та з метою запобігання руйнуванню матеріалу конструкції слід передбачати відповідні заходи.

З метою запобігання негативного впливу від агресивних дій на бетонні, залізобетонні та кам'яні конструкції передбачено їх первинний та вторинний захист.

До заходів первинного захисту відносяться:

- призначення марки бетону з морозостійкості;
- призначення марки бетону з водонепроникності;
- застосування корозійностійких матеріалів і добавок.

Для запобігання руйнівного впливу вібрації на конструкції слід використовувати матеріали з підвищеною міцністю на розтяг (полімерцементні розчини, або інші матеріали більш високих марок і класів).

До заходів вторинного захисту відносяться:

- просочення ущільнюючими або гідрофобізуючими складами;
- нанесення водонепроникних захисних покриттів на поверхню бетону.

Для захисту металевих конструкцій від корозії слід застосовувати заходи первинного та вторинного захисту.

До заходів первинного захисту можна віднести застосуванням стійких до конкретного агресивного середовища матеріалів.

До заходів вторинного захисту – застосування електрохімічних способів нанесення на поверхню металу захисних покриттів.

Для захисту від агресивних впливів дерев'яних конструкцій використовують покриття лакофарбовими матеріалами, консервацію, антисептування, або поверхневе просочення. Також слід використовувати деревину певних порід в залежності від умови експлуатації.

## **ТЕМА 8 СТАНДАРТИЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ**

### **План**

- 1 Загальні відомості про кераміку
- 2 Властивості кераміки
- 3 Характеристики та властивості глин

### **8.1 Загальні відомості про кераміку**

Кераміка (від грецького *keramike (techne)* – перекладається як гончарне мистецтво, *keramos* – перекладається як глина) – загальна назва виробів з випаленої глини.

Кераміку отримують шляхом випалу до спікання при температурі більше 1 000 °С відформованої керамічної маси з отриманням керамічного черепку.

Керамічна маса складається з однієї або декількох видів глин та непластичних матеріалів, що взяті у відповідному кількісному співвідношенні.

Керамічний черепок представляє собою штучний камінь, отриманий в процесі випалу керамічної маси.

У процесі спікання відбувається комплекс фізико-хімічних процесів в результаті якого відбувається ущільнення керамічної маси та утворення

керамічного черепку. Відбувається заповнення простору між гранулами та всередині гранул матеріалу (рис. 8.1; 8.2).

На першій стадії частки зберігають свою структуру. Перша стадія спікання характеризується взаємним припіканням часток та збільшенням площі їх стикування.

На другій стадії зникають контакти між частками, частки втрачають індивідуальність.

На третій стадії відбувається ущільнення матеріалу, з'являються замкнуті пори, відбувається вогнева усадка.

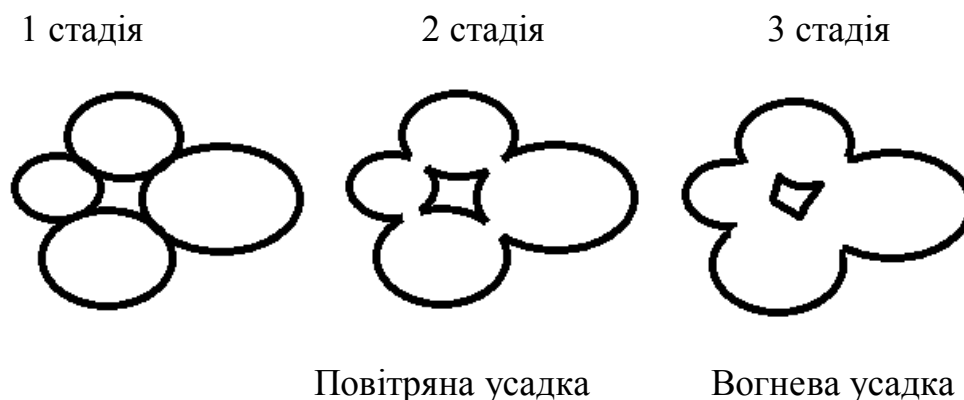


Рисунок 8.1 – Стадії спікання керамічного черепка

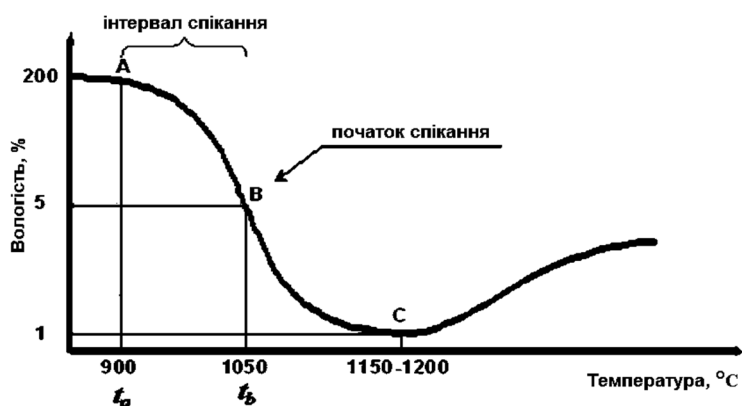


Рисунок 8.2 – Режим випалу

## 8.2 Властивості кераміки

**До фізико-хімічних властивостей** кераміки відносять наступні:

- механічні – міцність, твердість, щільність, повзучість, напруження і деформації, термічна стійкість та термічний удар;
- теплофізичні властивості – температура плавлення, термічне розширення, питома теплоємність;
- хімічні властивості – адсорбція (поглинання матеріалом речовин), хімічна стійкість, корозія та корозійна стійкість.

Під корозією слід розуміти руйнування матеріалу під дією хімічного впливу води.

**До споживчих властивостей** кераміки можна віднести функціональні, ергономічні, естетичні та комерційні вимоги.

**До комерційних властивостей** кераміки відносять блиск глазури, білизна, що залежить від чистоти та складу сировини (вимога висувається для фарфору і фаянсу) та просвічуваність (вимога висувається для фарфору).

## 8.3 Характеристики та властивості глин

Глина є продуктом вивітрювання гірських порід:



Родовище каоліну та глини називають первинними, якщо вони залишалися на місці виникнення і вторинними, якщо переносилися на інше місце.

Для вторинних глин виділяють наступні їх види:

- льодяникові – що переносилися льодяником у минулому;
- делювіальні – переносилися за допомогою снігових вод та дощу;
- лісовині – переносилися вітром.

**Каолін** представляє собою глинисту мономінеральну гірську породу. Глиниста фракція каоліну складається лише з одного мінералу – каолініту. Свою назву каолін отримав від китайського gāo lǐng тобто високі гори, що розташовані на Південному Сході провінції Цзянси у Китаї. Саме там каолін вперше було виявлено.

До основних властивостей каоліну можна віднести малу пластичність, високу вогнетривкість, спроможність зв'язувати та білий колір.

До складу глин входять наступні мінерали:

- каолініт ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ );
- монтморилоніт ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ );
- гідрослюда ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{MgO} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ );

Хімічний состав глин наведений в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Хімічний склад глини

Найменування сировини	Вміст компонентів, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	в.п.п.
Глина	60-65	10-21	до 10	до 1,5	до 0,2	3	5-6		8-12

В залежності від складу глинозема Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> розрізняють:

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > 40 % – високоосновні глини;
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 30 – 40 % – основні глини;
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 15 – 30 % – напівкислі глини.

За відношенням до високих температур глини розрізняють:

- вищої вогнетривкості, з вогнетривкістю більш ніж 2 000 °С;
- вогнетривкі, з вогнетривкістю 1 580 °С;
- тугоплавкі, з вогнетривкістю 1 350 – 1 580 °С;
- легкоплавкі, з вогнетривкістю 1 350 °С.

До властивостей глин відносять:

- водні – вологоємність, набухання та розмокання;
- механічні – пластичність та вологість при формуванні;
- сушильні – повітряна усадка, вологопровідність та чуттєвість;
- термічні властивості – вогнетривкість та вогнева усадка.

## ТЕМА 9 СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ

### План

1 Технологія виготовлення сирця

2 Технологія виготовлення фритти, ангобів та глазури

При виробництві керамічних плиток широке розповсюдження отримав спосіб прес-порошків, що складається з мокрого помелу глинистої маси та перетворення шлікеру у прес-порошок в розпилювальних сушарках. В якості основної сировини для виробництва плитки використовують глину яка повинна задовольняти ряду вимог, в першу чергу за хімічним складом, керамічним властивостям, водним, механічним та сушільним властивостям. Для виготовлення прес-порошку використовується глина або декілька різних за хімічним складом глин та непластичні матеріали і добавки.

### 9.1 Технологія виготовлення сирця

Приготування глинистої суспензії виконується в турболопатній дробарці протягом трьох-чотирьох годин. При цьому контролюється щільність, вологість і текучість готової глинистої суспензії, та відсотковий вміст залишку на контрольному ситі.

Вологість суспензії визначається за щільністю за допомогою пікнометра і повинна складати 46 – 48 %. Текучість глинистої суспензії визначається за допомогою віскозиметра. Текучість після 30 секунд відстоювання повинна складати 7 – 10 секунд.

Для розпуску глини використовують воду та електроліти. Електроліти являють собою лужні солі слабих кислот, наприклад рідке скло  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , і використовуються для створення слабого лужного середовища. Глина розпускається внаслідок протікання ряду електрохімічних явищ.

Шлікер готується у трубному млині куди автоматично завантажуються глиниста суспензія та непластичні матеріали і добавки. Помел матеріалу у трубному млині здійснюється алубітовими кулями. Після помелу контролюється вологість готового шлікеру, його текучість та залишок на контрольно-му ситі. Готовий шлікер зливається у накопичувальні басейни звідки перекачується у розхідний басейн з мішалками. При зливанні шлікер проходить потрійне очищення шляхом пропусканням через сито потім через вібросита та магнітне очищення. Крупні відходи з вібросит та відходи тонкого очищення можуть повторно використовуватися при виробництві шлікеру.

Для оптимальної витрати енергоресурсів шлікер, що подається в розпилювальну сушарку повинен мати вологість 35-36%. Сушіння шлікеру в розпилювальній сушарці та перетворення його на прес-порошок відбувається підігрітим повітрям. До сушарки шлікер подається під тиском через форсунки. Відпрацьоване повітря після його очищення може відводитися в атмосферу. Виготовлений прес-порошок просіюється та зберігається в спеціальних силосах. Після вилежування прес-порошок можна подавати до бункеру преса.

Вилежування шлікеру сприяє розподіленню вологи, та усереднює властивості глин. Вилежування призводить до збільшення механічної міцності випалених керамічних виробів та зменшення повітряної та вогневої усадки.

Пресування плитки відбувається на гідравлічних пресах. Тиск пресування залежить від форми та розмірів виробів, щільності і властивостей прес-порошку і складає для первинного пресування в середньому 3 МПа та для вторинного – 150 МПа.

Пресування плитки на гідравлічному пресі відбувається в два етапи, що дозволяє максимально видавити повітря з прес-порошку. Для ефективного видалення повітря з прес-порошку тривалість пресування повинна бути достатньою.

В залежності від особливостей в технології виробництва перед ангобуванням та нанесенням глазури деякі види відпресованих плиток, переважно це плитка для лицювання стін, висушуються до вологості, що не повинна перевищувати 0,5%. При безперервному режимі виготовлення керамічної плитки для сушки використовують швидкісні вертикальні сушарки куди плитка поступає відразу після пресування.

Після сушки керамічної плитки в швидкісній вертикальній сушарці, або безпосередньо після пресування, у випадку, коли технологією виробництва не передбачається сушка у вертикальних сушарках, плитка попадає на лінію для глазурування.

Глазурована керамічна плитка користується широким попитом. Використовуються різноманітні методи декорування, випускається плитка різних кольорів. Сучасні технології дозволяють наносити на плитку малюнки будь-якої складності. Нанесення малюнків виконується за допомогою барабанів і цифровим способом.

Перед безпосереднім нанесенням глазури плитка очищується механізованим способом, обдувається стисненим повітрям, орошається водою.

Термічне розширення кераміки під дією температур характеризується температурним коефіцієнтом лінійного термічного розширення черепка та глазури і пов'язане з наявністю в складі кварцу. При значній різниці між коефіцієнтом лінійного термічного розширення керамічного черепка та температурним коефіцієнтом лінійного термічного розширення глазури може відбуватися відшарування глазури або з'являтися тріщини у вигляді сітки.

## **9.2 Технологія виготовлення фритти, ангобів та глазури**

Для виготовлення ангобів та глазури вариться фритта.

Подрібнення кварцового піску та інших компонентів, що вимагають попереднього подрібнення, здійснюється у циліндричному млині (окремо

один від одного), куди компоненти подаються після магнітного очищення від матеріалів, що містять залізо та попереднього підсушування теплим повітрям. Після помелу компонентів контролюється їх вологість та гранулометричний склад. Зберігаються компоненти в накопичувальних силосах окремо один від одного. Змішування сировини відбувається в лопатному змішувачі безпосередньо перед подаванням її до бункерів печей де у окислювальному середовищі створюється розплав. Розплав зливається до ємності в яку постійно подається вода відповідної температури за рахунок чого відбувається його грануляція. Контроль фритти, що зливається, здійснюється за зовнішнім виглядом нитки яка повинна бути прозорою і не мати вузлів.

Ангоби на керамічні вироби наносяться з метою покращення фізико-хімічних властивостей поверхні. Ангоби можна наносити як на поверхню тільки що відпресованої плитки, так і на керамічну плитку після її випалу. В такому випадку плитка повторно випалюється. Температура випалу повинна забезпечувати спікання ангобу та його зчеплення з поверхнею плитки. Ангоби, як і глазури, готуються у млині мокрого помелу після чого зливаються у ємності з мішалками та транспортуються до лінії виготовлення плитки. Нанесення ангобів та глазури на поверхню відбувається в автоматичному режимі за допомогою спеціальних установок що розташовані безпосередньо на лінії.

Сушка та випал. Після ангобування та декорування плитка сушиться в одноярусних горизонтальних сушарках за відповідним режимом та випалюється при температурі до 1 200 °С. Під час сушки знижується кількість рідини у сирці та закріплюється форма виробу.

Одним із показників якості виробництва є лінійна усадка при випалі. Контролюють усадку за допомогою усадочних міток які наносять на сирець відразу після пресування.

Після випалу та охолодження плитка поступає до складу готової продукції. Певна кількість зразків від кожної партії відбираються для лабораторних досліджень з метою контролювання якості.

Технологічна схема виготовлення керамічної плитки способом прес-порошків приведена на рисунку 9.1.

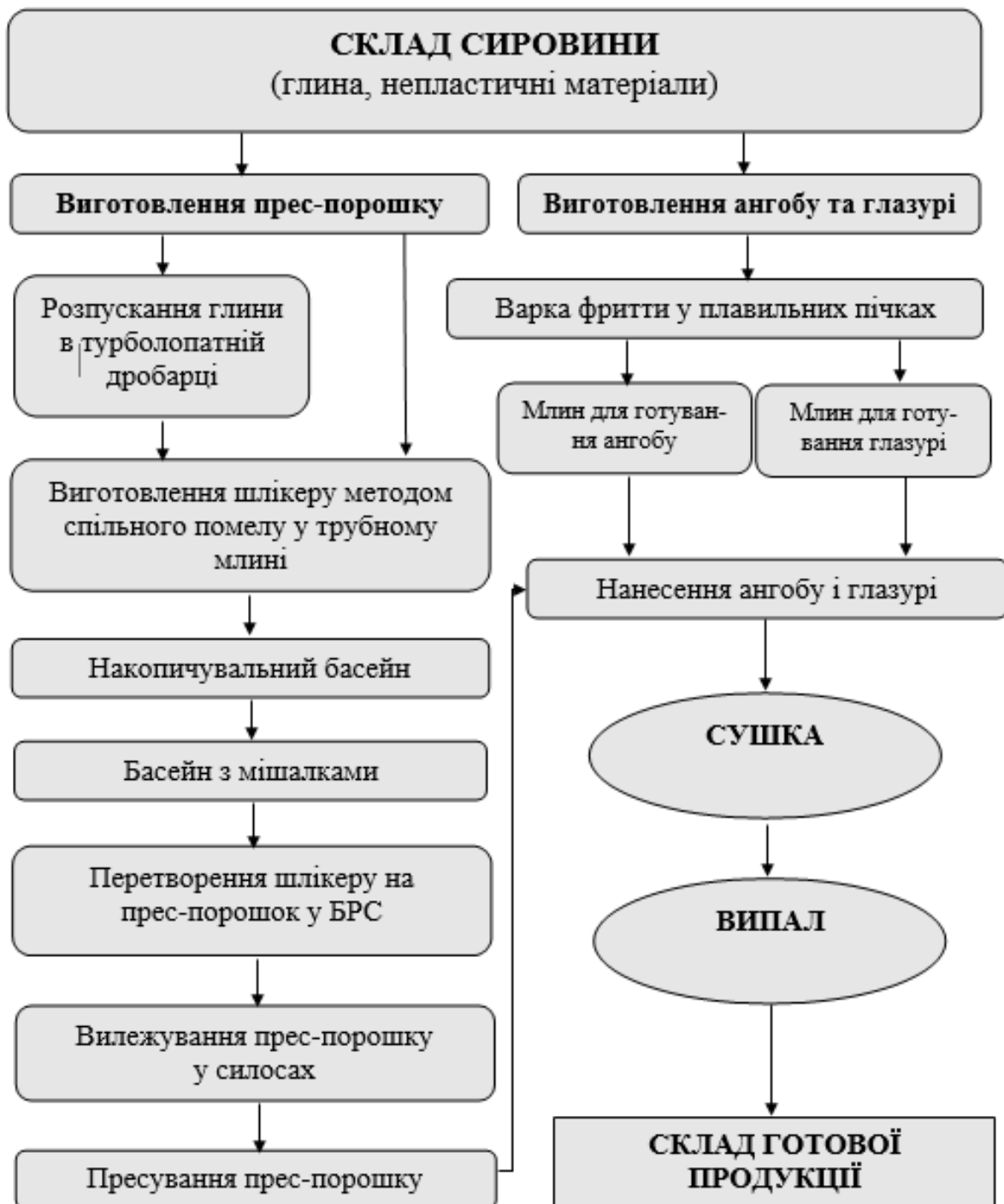


Рисунок 9.1 – Схема виготовлення керамічної плитки способом прес-порошків

## **ТЕМА 10 СТАНДАРТИЗАЦІЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ**

### План

- 1 Класифікація керамічної плитки та стандартизація розмірів
- 2 Стандартизація міцності керамічної плитки

Методи визначення фізико-хімічних показників готової керамічної плитки виконують відповідно до ДСТУ Б В.2.7-283. Вимоги щодо класифікації, характеристик і правил маркування керамічних плиток встановлюються відповідно до ДСТУ Б В.2.7-282.

### **10.1 Класифікація керамічної плитки та стандартизація розмірів**

Керамічні плитки, що використовують для зовнішнього та внутрішнього облицювання стін та для підлоги формують методом пластичного формування (екструзії), та напівсухого пресування. Поверхня плитки може покриватися глазуром (глазурована плитка) або не покриватися глазуром (неглазурована плитка).

В залежності від способу формування та водопоглинання керамічні плитки поділяють на групи (табл. 10.1). Сфера застосування плитки не залежить від групи.

Плитки, що виготовлена методом пластичного формування поділяються на рядові та прецизійні.

В рядових плитках дійсний розмір за довжиною та шириною визначається дотриманням вимог технологічного регламенту підприємства, що виробляє керамічну плитку.

Прецизійні плитки мають більшу точність розмірів за довжиною та шириною, що досягається шляхом калібрування граней.

Таблиця 10.1 – Класифікація керамічних плиток за групами водопоглинання і способом формування відповідно до ДСТУ Б В.2.7-282.

Спосіб формування	Група I $E \leq 3 \%$	Група II <sub>a</sub> $3 \% < E \leq 6 \%$	Група II <sub>b</sub> $6 \% < E \leq 10\%$	Група III $>10\%$
А Екструзія	Група AI <sub>a</sub> $E \leq 0,5\%$ (додаток А)	Група AII <sub>a-1</sub> <sup>1)</sup> (додаток В)	Група AII <sub>b-1</sub> <sup>1)</sup> (додаток Д)	Група AIII (додаток Ж)
	Група AI <sub>b</sub> $0,5 \% < E \leq 3 \%$ (додаток Б)	Група AII <sub>a-2</sub> <sup>1)</sup> (додаток Г)	Група AII <sub>b-2</sub> <sup>1)</sup> (додаток Е)	
В Напівсухе пресування	Група VI <sub>a</sub> $E \leq 0,5 \%$ (додаток И)	Група VII <sub>a</sub> (додаток Л)	Група VII <sub>b</sub> (додаток М)	Група VIII <sup>2)</sup> (додаток Н)
	Група VI <sub>b</sub> $0,5 \% < E \leq 3 \%$ (додаток К)			

<sup>1)</sup> Групи AII<sub>a</sub> та AII<sub>b</sub> поділяють на дві частини (частина 1 і 2) із різними вимогами до виробів.  
<sup>2)</sup> До групи VIII відносяться глазуровані керамічні плитки. Є невелика кількість неглазурованих керамічних плиток напівсухого пресування, які виготовляються з водопоглинанням понад 10 %, на які дана група виробів не поширюється.

ДСТУ Б В.2.7-283 встановлює наступні методи визначення фізико-хімічних показників:

- розмірів та якості поверхні;
- водопоглинання, відкритої пористості, уявної відносної густини і об'ємної густини;
- границі міцності при згині і руйнівного навантаження;
- ударної міцності за допомогою вимірювання коефіцієнта відскоку;
- зносостійкості неглазурованих плиток;
- зносостійкості глазурованих плиток;
- температурного коефіцієнта лінійного розширення;
- термічної стійкості;
- розширення під дією вологи;
- стійкості до розтріскування глазури глазурованих плиток;
- морозостійкості;
- хімічної стійкості;
- стійкості до утворення плям;
- свинцю та кадмію, що виділяється глазурованими плитками;
- незначних відхилів від кольору;
- коефіцієнта тертя ковзання.

Контролю відхилу від прямолінійності граней здійснюється за допомогою калібрувальної плити та індикаторів годинникового типу (рис. 10.1).

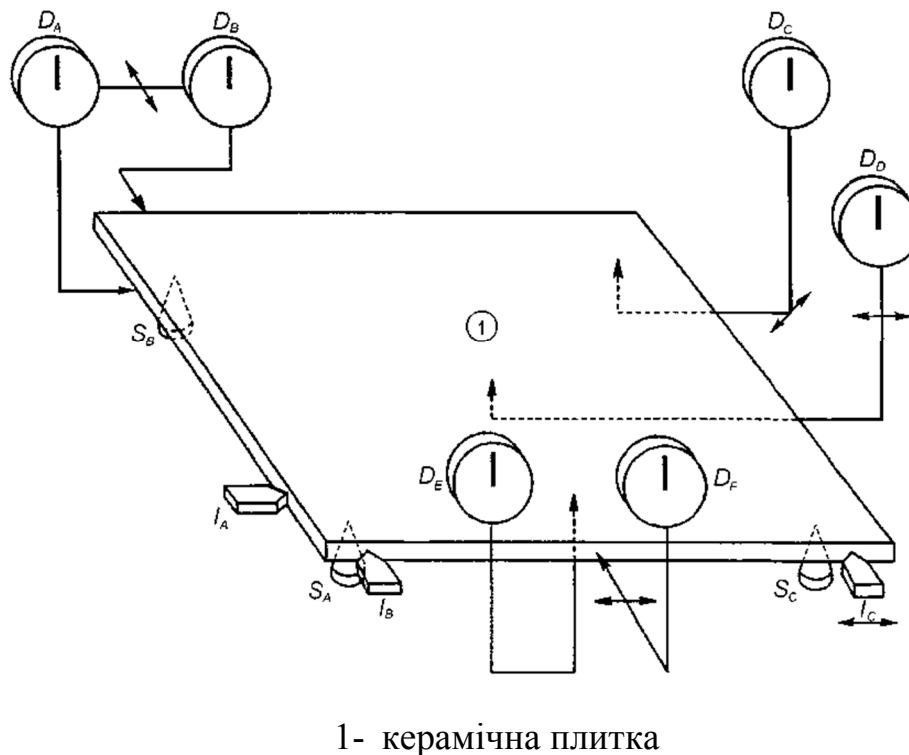


Рисунок 10.1 – Прилад для контролю відхилу від прямолінійності граней

Результати контролю керамічної плитки порівнюються з даними додатками И – Н ДСТУ Б В.2.7-282.

## 10.2 Стандартизація міцності керамічної плитки

ДСТУ Б В.2.7-283 встановлює вимоги до міцності керамічної плитки при згині та до визначення ударної міцності через і коефіцієнту відскоку.

Міцність при згині керамічної плитки оцінюють після випробування за схемою (рис. 10.2) та визначення руйнівного зусилля, руйнівного навантаження і границі міцності при згині.

Руйнівне зусилля, руйнівне навантаження і границю міцності при згині керамічної плитки визначають за допомогою прикладеного з певною

швидкістю зусилля на середину плити, при цьому точка прикладеного зусилля повинна знаходитися у контакті з лицьовою поверхнею керамічної плити.

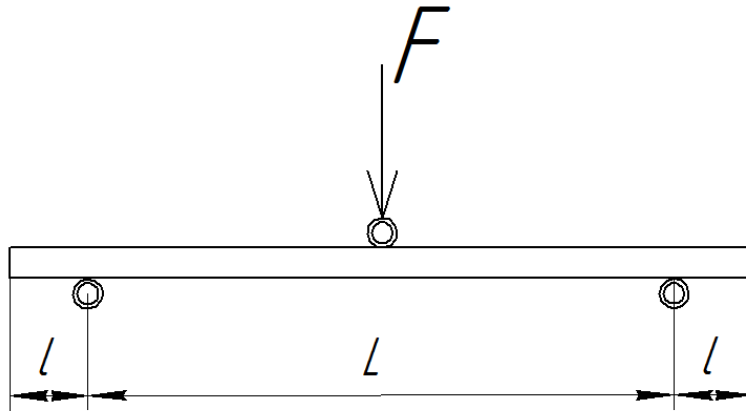


Рисунок 10.2 – Схема випробування керамічної плити на згин

Руйнівне навантаження  $S$  обчислюється за формулою:

$$S = \frac{F \cdot L}{b},$$

де  $F$  – руйнівне зусилля, Н;  
 $L$  – відстань між опорними стрижнями, мм;  
 $b$  – ширина зразка, мм.

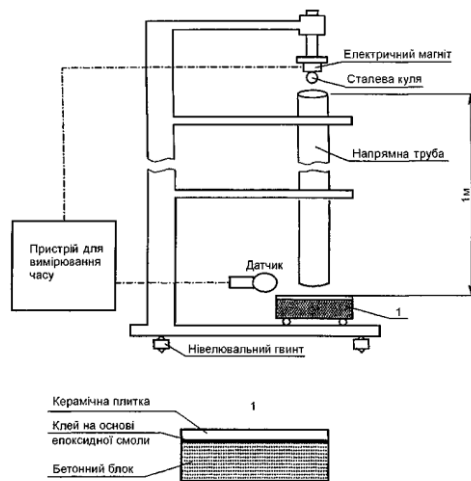
Границю міцності при згині,  $R$ , Н/мм<sup>2</sup>, визначають за формулою:

$$R = \frac{3FL}{2bh^2} = \frac{3S}{2h^2},$$

де  $F$  – руйнівне навантаження, Н;  
 $L$  – відстань між опорними стрижнями, мм;  
 $b$  – ширина зразка;  
 $h$  – найменша товщина зразка вздовж лінії руйнування, мм.

Для визначення коефіцієнту відскоку (рис. 10.3) вимірюється висота відскоку з якої падає металева куля відповідної ваги. Куля падає з заданої висоти на закріплений зразок керамічної плити.

**Коефіцієнтом відскоку** називають відношення швидкості відскоку до швидкості удару між двома тілами, що ударяються.



1 – випробувальний блок

Рисунок 10.3 – Випробовування керамічної плитки на ударну міцність за ДСТУ Б В.2.7-283

Для випробування відбирається п'ять плиток з яких вирізаються зразки з розміром сторін 75×75 мм. За допомогою бетонного клею плитка приклеюється до бетонного блоку розміром 75×75×50 мм.

Коефіцієнт відскоку  $e$  кулі, що падає на зразок, що випробовується обчислюють за формулою:

$$e = \frac{V}{u},$$

де  $V$  – швидкість відскоку;

$u$  – швидкість удару.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балкевич В. Л. Техническая керамика : учеб. пособие для вузов / В. Л. Балкевич. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1984. – 256 с.
2. Бирюков А. И. Строительные материалы и изделия : учеб. пособие : в 2 ч. / А. И. Бирюков. – Харьков. : УкрГАЖТ, 2006. – Ч. 2. – 168 с.
3. Будников П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников, В. Л. Балкевич, Д. Н. Полубоярников, – М. : Стройиздат, 1972. – 552 с.
4. Горохова Е. В. Материаловедение и технология керамики : пособие / Е. В. Горохова. – Минск : Выш. шк., 2009. – 222 с.
5. Крупа А. А. Химическая технология керамических материалов : учеб. пособие / А. А. Крупа, В. С. Гордонов. – Киев. : Выща шк., – 1990. – 399 с.
6. Мороз И. И. Технология строительной керамики / И. И. Мороз. – Харьков. : Выш. шк., 1972. – 416 с.
7. Про стандартизацію : Закон України № 1315-VII від 05 червня 2014 р.
8. ДСТУ EN 196-1:2007. Методи випробування цементу. Частина 1. Визначення міцності (EN 196-1:2005, IDT). – Чинний від 2007-02-05. – Київ. : Мінбуд України, 2007. – 25 с.
9. ДСТУ 1.2:2015. Національна стандартизація. Правила проведення робіт з національної стандартизації. – Чинний від 2015-08-19. – Київ. : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 29 с.
10. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. – Чинний від 2010-12-14. – Київ. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 13 с.
11. ДСТУ Б В.2.7-176:2008. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ). – Чинний від 2008-12-26. – Київ. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 109 с.

12. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. – Чинний від 2009-12-22. – Київ. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 43 с.

13. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності. – Чинний від 2009-12-22. – Київ. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 23 с.

14. ДСТУ Б В.2.7-282:2011. Плитки керамічні. Технічні умови (EN 14411:2006, NEQ). – Чинний від 2011-12-30. – Київ. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 66 с.

15. ДСТУ Б В.2.7-283:2011. Плитки керамічні. Методи випробувань. – Чинний від 2011-12-30. – Київ. : Мінрегіон України, 2011. – 88 с.

16. ДБН А.1.1-1:2009. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення. – Чинний від 2009-12-29. – Київ. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с.

17. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Чинний від 2009-12-24. – Київ. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с.

18. ГБН В.2.3-37472062-3:2015. Захист конструкцій будівель і споруд залізничного транспорту від корозійного руйнування. – Чинний від 2015-12-24. – Київ. : Міністерство інфраструктури України, 2015. – 181 с.

*Навчальне видання*

**АФАНАСЬЄВ** Олександр Валерійович

## **СТАНДАРТИЗАЦІЯ В БУДІВЕЛЬНОМУ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ**

### **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр»  
за спеціальностями 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Відповідальний за випуск *О. В. Кондращенко*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2019, поз.167 Л.

---

Підп. до друку 04.04.2019. Формат 60×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,0.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.