МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: Сучасні методи аналізу випробування та дослідження будівельних матеріалів

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-пцб-дн
Грицюк Олександр Кирилович
(прізвище та ініціали)
Спеціальность
192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)
освітньо-професійна програма
промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)
Керівник проф., д.е.н. Анін В.І.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім.. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код таі назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«02» 09 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Грицюк Олександр Кирилович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Сучасні методи аналізу випробування та дослідження будівельних матеріалів

керівник роботи Анін В.І., д.е.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року
№ 1486-С
2 Строк подання студентом роботи грудень 2024
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація, вихідні дані стосовно поточного ремонту цивільної будівлі
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Теоретична база дослідження та випробування матеріалів, конструкцій будівель і споруд. 2. Аналіз процесів організації дослідження бетону. 3. Дослідження бетону.
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 8 листів

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийн
Розділ 1	Анін В.І.		
Розділ 2	Анін В.І.		
Розділ 3	Анін В.І.		

7 Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретична база дослідження та випробування матеріалів, конструкцій будівель і споруд	з 01.09 по 30.09.2024	
2	Аналіз процесів організації дослідження бетону	з 1.10 по 30.10.2024	
3	Дослідження бетону	з 01.11 по 30.12.2024	

Студент _____ О.К. Грицюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ В.І. Анін
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Грицюк О.К. Сучасні методи аналізу випробування та дослідження будівельних матеріалів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.І. Анін, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2024.

Тема охоплює новітні технології та підходи, що використовуються для оцінки властивостей і якості будівельних матеріалів. У сучасному будівництві особлива увага приділяється забезпеченню високих стандартів міцності, довговічності та енергоефективності матеріалів. Важливу роль у цьому процесі відіграють інноваційні методи випробувань.

У даній роботі проаналізовано різні методи випробування будівельних матеріалів, а також їхній вплив на процеси проектування і будівництва. Розглянуто також роль стандартизації та нормування випробувань у забезпеченні якості та безпеки будівельних матеріалів.

Ця тема є актуальною для інженерів-будівельників, науковців та фахівців у галузі матеріалознавства, оскільки від вибору методів випробувань залежить надійність і довговічність будівельних конструкцій, а також загальна безпека експлуатації будівель та споруд.

Ключові слова: будівельні матеріали, аналізи випробувань, сучаний аналіз, дослідження будівельних матеріалів.

REPORT

O. Hrytsyuk Modern methods of analysis, testing and research of building materials.

Qualifying thesis for obtaining a master's degree in the specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor V. Anin, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhya National University, 2024.

The topic covers the latest technologies and approaches used to assess the properties and quality of building materials. In modern construction, special attention is paid to ensuring high standards of strength, durability and energy efficiency of materials. Innovative testing methods play an important role in this process.

This paper analyzes various methods of testing building materials, as well as their influence on the design and construction processes. The role of standardization and standardization of tests in ensuring the quality and safety of construction materials is also considered.

This topic is relevant for civil engineers, scientists and specialists in the field of materials science, since the reliability and durability of building structures, as well as the general safety of the operation of buildings and structures, depend on the choice of test methods.

Keywords: building materials, test analyses, twisted analysis, research of building materials.

Зміст

Вступ 7

1. Теоретична база дослідження та випробування матеріалів, конструкцій будівель і споруд 9

1.1 Мета, завдання та методи досліджень і випробовувань 9

1.2 Метрологічне забезпечення експериментальних досліджень та випробувань будівельних конструкцій і споруд та загальний положення контролю якості матеріалів, конструкцій і спору 15

1.3 Історичний нарис розвитку методів досліджень та випробувань 28

2. Аналіз процесів організації дослідження бетону 41

2.1 Класифікація, опис, склад і властивості бетонів 41

2.2 Загальні технічні вимоги 55

2.3 Експлуатаційні властивості, правила маркування, транспортування і зберігання бетону 66

3. Дослідження бетону 76

3.1 Контроль якості бетона та бетонної суміші 76

3.2 Визначення міцності бетону 80

3.3 Методика випробувань та оцінки твердості бетону 84

Висновки 98

Перелік використаних джерел 100

Вступ

Будівельні матеріали є фундаментом будь-якого будівельного проекту, оскільки від їх якості та властивостей залежить надійність, довговічність і безпека будівельних конструкцій. Сучасні методи аналізу, випробування та дослідження будівельних матеріалів відіграють вирішальну роль у забезпеченні цих характеристик. Вони дозволяють виявити та оцінити фізичні, механічні, хімічні та інші властивості матеріалів, що використовуються в будівництві.

Актуальність теми: З розвитком технологій та підвищенням вимог до якості будівництва зростає необхідність у нових методах випробування та дослідження будівельних матеріалів. Впровадження сучасних методів аналізу забезпечує точність і надійність отриманих даних, що дозволяє оптимізувати процеси проектування та будівництва, підвищити енергоефективність та екологічність будівель. Актуальність дослідження також обумовлена необхідністю адаптації до змін кліматичних умов і зростанням попиту на стійкі та довговічні будівельні матеріали.

Метою роботи є дослідження сучасних методів аналізу, випробування та дослідження будівельних матеріалів, а також оцінка їх ефективності у забезпеченні високих стандартів якості, міцності та енергоефективності будівельних конструкцій.

Для досягнення поставленої мети сформульовані **наступні завдання:**

- провести огляд сучасних методів аналізу та випробування будівельних матеріалів.
- оцінити вплив сучасних методів випробувань на процеси проектування та будівництва.
- дослідити роль стандартизації та нормування випробувань у забезпеченні якості будівельних матеріалів.
- визначити перспективи розвитку нових методів дослідження та

випробувань будівельних матеріалів.

Об’єктом дослідження є сучасні методи аналізу, випробування та дослідження будівельних матеріалів.

Предметом дослідження є процеси та методи, які використовуються для оцінки властивостей та якості будівельних матеріалів.

Методологія дослідження включає комплексний підхід до вивчення сучасних методів аналізу та випробування будівельних матеріалів. Використано аналітичні, експериментальні та порівняльні методи дослідження. Застосовано методи математичного моделювання, статистичного аналізу, а також методи рентгенівської дифракції, скануючої електронної мікроскопії, ультразвукові методи та термографія.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному аналізі сучасних методів випробування та дослідження будівельних матеріалів, визначенні їх ефективності та впливу на якість будівництва. У роботі представлено нові підходи до оцінки властивостей матеріалів, що використовуються в будівництві, а також визначено перспективні напрями розвитку методів випробувань.

Практичне значення роботи полягає у впровадженні сучасних методів аналізу та випробування будівельних матеріалів у будівельну практику. Це дозволить підвищити якість і надійність будівельних конструкцій, оптимізувати процеси проектування та будівництва, а також забезпечити енергоефективність і екологічність будівель. Результати дослідження можуть бути використані інженерами, архітекторами, проектувальниками та іншими фахівцями в галузі будівництва для вибору оптимальних методів випробувань і забезпечення високих стандартів якості будівельних матеріалів.

1. ТЕОРЕТИЧНА БАЗА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ, КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

1.1 Мета, завдання та методи досліджень і випробовувань

Метою експериментальних досліджень та випробувань будівельних матеріалів і конструкцій є забезпечення при проектуванні, будівництві та експлуатації надійності, довговічності будівель і споруд при одночасному зниженні їх вартості та матеріалоємності.

На сьогодні проектування будівельних конструкцій з усіх ви- дів матеріалів виконують згідно з методикою розрахунку за грани- чними станами. Відповідно до неї, до будь-якої конструкції чи спо- руди пред’явлені наступні вимоги:

– споруда в цілому, а також окремі конструктивні елементи повинні мати достатню несучу здатність (міцність, стійкість форми і розташування);

– переміщення, величини розкриття тріщин не повинні вихо- дити за межі, що забезпечують нормальні умови експлуатації конс- трукції.

Потреба експериментального дослідження конструкції чи споруди обґрунтована умовністю розрахункової схеми і її відхи- ленням від діючої роботи конструкції; умовністю розрахункових характеристик матеріалів; впливом зовнішніх факторів, які повні- стю складно врахувати. Відмінність дійсної роботи конструкції чи споруди від їх теоретичної (за розрахунком) буває досить суттє- вою. Тому саме випробування є засобом, який дає можливість отримати дані про відповідність реальної конструкції її теоретич- ній моделі. Розрахункові положення при цьому або підтверджу- ються, або уточнюються і вносяться корективи в розрахунок [1].

Завдання досліджень та випробувань будівельних матеріалів та

конструкцій:

– забезпечення при проведенні експериментальних дослі- джень відповідності експлуатаційним умовам;

– встановлення відмінності дійсної розрахункової схеми дос- лідної конструкції від теоретичної (розрахункової) схеми;

– визначення фактичних фізико-механічних характеристик матеріалів, з яких виготовленні конструкції;

– визначення дійсної роботи складних ділянок конструкцій (наприклад, з концентраторами напружень), вузлів, стиків та іншого;

– встановлення фактичної роботи та напружено-деформованого стану конструкції на всіх етапах навантаження;

– визначення несучої здатності, механізму та характеру руй- нування конструкції;

– вдосконалення конструкції на основі отриманих результатів;

– внесення коректив в існуючий чи розробка нового методу розрахунку.

Основне завдання випробувань споруд полягає у встанов- ленні відповідності між реальною поведінкою будівельної конс- трукції і її розрахунковою схемою. Інженерні споруди – достатньо складні механічні системи, які містять багато елементів в умовах складного напружено-деформованого етапу й утворюють просто- рові конструкції. Незважаючи на суттєвий розвиток сучасної бу- дівельної механіки, широке застосування швидкодійної обчислю- вальної техніки, під час розгляду конкретних об’єктів, зокрема і бу- дівельних конструкцій, виникає необхідність ідеалізації розра-хункових схем, котрі враховують тільки головні властивості, які характеризують стан реальної конструкції. Окрім цього, поведінці будівельних конструкцій притаманні фактори випадкового харак- теру, наприклад, характеристики міцності навіть такого однорід- ного матеріалу, як сталь, піддаються розкиду. Так, аналіз меж те- кучості для сталі Ст.3, проведений М.

С. Стрелецьким, показав, що вони можуть змінюватись від 200 до 320 МПа. Ще більший розкид значень міцності має бетон і деревина. Мінливі також і навантаження, які діють на будівельні конструкції, будівлі і споруди: власне вага, вітер і сніг, кранові навантаження та ін.

Процес виготовлення окремих елементів конструкцій, їх транспортування і монтаж також впливають на можливість появи випа- дкових відхилень від заданих розмірів. Ці відхилення регла- ментуються відповідними технологічними допусками. Якість ви- готовлення елементів будівельних конструкцій оцінюють неруйнівними і руйнівними методами. Найбільш точну інформацію про несучу здатність конструкцій дає руйнівний метод. Однак доводити кожну конструкцію при випробуванні до руйнування абсурдно.

Неруйнівний не завжди дає повну характеристику випробовуваного об’єкта, тому ці два методи використовують разом. Якщо провести неруйнівні та руйнівні випробування певної кількості об’єктів, а потім порівняти результати, то можна встановити певну взаємозалежність між ними. Таким чином, випробування конструкцій, будівель і споруд як складовий елемент обстеження, за своєю методологією, апаратурним забезпеченням і методом обробки є самостійним напрямком експериментальної механіки. Мета цього напрямку – створити методи і засоби, які дозволять на базі експериментальних досліджень отримати об’єктивну інформацію про властивості конструкційних матеріалів, поведінку елементів конструкцій і дійсну роботу споруд. Ніякий, навіть найточніший розрахунок, не може дати об’єктивну інформацію про поведінку реальних систем.

В умовах прискореного науково-технічного прогресу інтенсив- но удосконалюються різні технологічні процеси. Це несе за собою заміну застарілого обладнання на нове, високопродуктивне, яке пра- цює на вищих швидкостях, що може зумовити підвищення наванта- жень, встановлених нормами на будівельні конструкції. Створення гнучких виробництв пов’язано зі зміною архітектурно-планувальних рішень для будинків і споруд, які

експлуатуються [2].

Для реконструкції старого житлового фонду і приведення йо- го рівня комфортності до сучасних вимог необхідно оцінити дійсний стан будівельних конструкцій, будівель і споруд, вирішити питання про можливості їх подальшої експлуатації або реконструкції і посилення. Для цього треба обстежити конструкції і споруди та підготувати відповідні рекомендації. На їх основі інженери-проектувальники розробляють необхідні конструктивні рішення. Обстеження будівельних конструкцій складається із трьох основних етапів [3]:

– ознайомлення з проектною документацією, робочими і виконавчими кресленнями-актами на сховані роботи: вивчення (за наявності) матеріалів попередніх обстежень та випробувань;

– візуальний огляд об’єкта, установки щодо їх відповідності об’єкту проекту, виявлення видимих дефектів і їх фіксація (наявність тріщин, проточок, відшарувань захисного шару у залізобетонних елементах, корозія металевих елементів, прогинів елементів, стан стиків, зварних, болтових і клепаних з’єднань і т. ін.), складання схем дефектів споруди, проведення комплексу дослідження не- руйнівними методами;

– аналіз стану споруди і розробка рекомендацій з ліквідації виявлених дефектів.

Ознайомлення з проектною і виконавчою документацією дає змогу оцінити прийняті конструктивні рішення, виявити елементи споруд, які працюють у найбільш важких умовах, встановити значення діючих навантажень.

Візуальна оцінка споруди дає першу вихідну інформацію, дає змогу судити про, ступінь зношування елементів конструкції, дає можливість конкретизувати подальші випробування. В першу чергу це пов’язано з використанням неруйпівпих методів, тобто таких, які не призводять до руйнування окремих елементів і конструкції загалом. Такі випробування можна проводити і під статичним, і під динамічним навантаженнями. Комплекс таких

експериментів включає визначення значень геометричних параметрів споруди (прольоти, товщини, висоти і т. п.), характеристик міцності і структурних властивостей матеріалу, товщину захисного шару бетону, розташуван- ня арматури, прогинів і деформацій елементів, динамічних амплі- туд, переміщень, періодів коливань конструкцій, прискорень окремих точок I-III [2].

В обчисленнях споруд широко використовують методи інже- нерної геодезії, з допомогою яких вимірюють осадку будівель і споруд, їх зсуви, параметри тріщин і деформаційних швів, прогини елементів конструкцій. Методами інженерної фотометрії визнача- ють переміщення точок і деформацію елементів конструкцій під статичними і динамічними впливами. В останній час ефективно розвиваються методи лазерної інтерферометрії.

Аналогічні методи використовують під час контролю якості виготовлення елементів будівельних конструкцій і їх монтажу на будівельних площадках.

Якість виготовлення елементів будівельних конструкцій оцінюють неруйнівними і руйнівними методами.

Найбільш точну інформацію про несучу здатність конструкцій дає руйнівний метод. Однак піддавати кожний виріб випробуванням до руйнування абсурдно. Неруйнівний не завжди дає повну ха- рактеристику випробовуваного об’єкта, тому ці два методи використовують разом. Якщо провести неруйнівні та руйнівні випробу- вання певної кількості об’єктів, а потім порівняти результати, то можна встановити певну взаємозалежність між ними.

Таким чином, випробування конструкцій, будівель і споруд є складовим елементом обстеження, за своєю методологією, апарату- рним забезпеченням і методом обробки є самостійний напрямок ек- спериментальної механіки. Мета цього напрямку – створити методи і засоби, які дозволять на базі експериментальних досліджень отримати об’єктивну інформацію про властивості конструкційних мате- ріалів, поведінку елементів конструкцій і дійсну роботу споруд. Ніякий, навіть найточніший розрахунок, не може дати об’єктивну інформацію про поведінку реальних систем.

У будівельній механіці, теорії пружності і пластичності, опору матеріалів вивчають найсучасніші методи розрахунку ідеалізованих розрахункових схем, але будь-який із них повинен бути побудований на об’єктивній інформації, отриманій із досліду, і ні один із них не може бути рекомендованим до застосування для практичних розрахунків без експериментальної перевірки.

Парадоксальним є те, що в рамках сформульованих розрахун- кових схем з використанням сучасних ПК можна отримати результати з похибкою 10-8 і менше (це визначається кількістю цифр величини, яка видається на цифровий друк, або точністю видачі інформації на графобудувач), тоді як вихідна, яка вводиться у розрахунок, інформація про навантаження, характеристики міцності і відхилення параметрів дійсної споруди від його розрахункової схеми характеризується похибкою 20...10%. Це не знижує ролі сучасних методів теорії розрахунку споруд, а тільки підкреслює необхідність взаємного узгодження точності методів розрахунку споруд з точністю вихідних засад, що визначаються експериментом, і точністю результатів, які фіксуються під час експерименту.

Суттєво впливає на формування методів і засобів випробуван- ня конструкцій, характер зміни зовнішніх навантажень, які діють на будівельні конструкції, будівлі і споруди. Тут розрізняють статичні навантаження, постійні за значенням або поступово змінні в часі, і динамічні, які швидко змінюються в часі.

Можна сформулювати три основні задачі, які розв’язують з допомогою методів і засобів випробування будівельних конструкцій, будівель і споруд. До першої – слід віднести визначення теплофізичних, структурних параметрів міцності і деформаційних властивостей конструкційних матеріалів і виявлення характеру зовнішнього впливу на конструкцію.

Друга задача – пов’язана з порівнянням розрахункових схем будівельних конструкцій, зусиль і переміщень, які визначаються розрахунковим шляхом, з відповідними зусиллями і переміщеннями у реальній конструкції або її моделі.

Третя задача – ідентифікація розрахункової моделі, яка отримала розвиток тільки в останні роки. Ця задача пов’язана з синтезом розрахункових схем, який випливає із аналізу результатів експериментальних досліджень.

Теоретичне розв’язання цієї задачі стикається з проблемами кібернетики, частково з проблемою “чорного ящика”. Однак на відміну від класичної постановки проблеми при розгляді практичних задач відомі деякі характерні параметри системи, до яких можна віднести інформацію про геометрію конструкції в плані, визначену архітектурно-планувальним рішенням, про вид або характер несучих конструкцій, набір конструктивних елементів, які використовують у спорудах. На підставі аналізу експериментально одержаних даних про зовнішні впливи і реакції системи (прогини, деформації, швидкості, прискорення) у рамках заданої розрахункової моделі знаходять її параметри.

1.2 Метрологічне забезпечення експериментальних досліджень та випробувань будівельних конструкцій і споруд та загальний положення контролю якості матеріалів, конструкцій і спору

Методологія експериментальних досліджень. Під час випробувань, оцінюючи якість будівельних деталей, виробів, конструкцій, відповідність їх проекту або міцність споруди, слід вимі- рювати певні технічні параметри.

Для забезпечення правильності вимірювань і потрібної точності показів приладів необхідні однакові вимірювання, тобто збігання результатів вимірювань, викопаних у різних місцях різними приладами. Цим займається метрологія [3].

В умовах прискореного науково-технічного прогресу в будівництві особливе значення надається уніфікації будівельних конс- трукцій, деталей і вузлів, підвищенню якості виготовлення і монтажу будівельних конструкцій.

Для розв’язку поставлених задач слід суттєво підвищити роль метрології і стандартизації.

Основні поняття метрології. Завдяки метрології забезпечу- ється необхідна точність приладів у випробуваннях, на що зверта- ють особливу увагу дослідники-експериментатори. Всі прилади і пристосування повинні бути виготовлені з потрібною точністю і періодично перевірятись. Градуювання приладів виконує спеціалі- зована метрологічна служба і воно полягає у виявленні фактичної точності шляхом одноразового вимірювання шуканого фактора (пе- реміщення, деформації, розкриття тріщин, осадку опор (фундамен- тів) і ін.); зразковий прилад повинен мати вищу точність вимірю- вань, ніж той, яким перевіряється.

У метрології розглядають загальну теорію вимірювання, оди- ниці фізичних величин і їх системи, методи і засоби вимірювань, методи визначення точності вимірювань, основи забезпечення єд- ності вимірювань і однаковість засобів вимірювань, методи переда- чі розмірів одиниць від еталону або зразкових засобів вимірювань до робочих засобів.

Під метрологічним забезпеченням розуміють встановлення і використання наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення однозначності (єдності) і точності вимірювання, яка вимагається. Метрологічне забезпечення експериментальних досліджень охоплює такі системи:

– державних еталонів одиниць фізичних величин, яка забезпе- чує відтворення одиниць з найвищою точністю;

– передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів всім засобам вимірюваїшя з допомогою зразкових й інших засобів перевірки;

– розробки, постановки на виробництво і випуск в обіг робочих засобів вимірювання, які забезпечують визначення з точністю, яка вимагається, характеристик продукції, технологічних процесів та інших об’єктів у сфері матеріального виробництва, наукових досліджень тощо;

– стандартних довідкових даних про фізичні константи та властивості речей і матеріалів, які забезпечують достовірними даними наукові дослідження, розробку технологічних процесів одержання та використання матеріалів і конструкції.

Окрім цього, у метрологічне забезпечення входять:

– державні випробування або метрологічна атестація засобів вимірювань, які призначені для серійного або масового виробництва і ввозу їх з-за кордону партіями, які зумовлюють однотипність засобів вимірювання під час їх розробки і випуску в кругообіг;

– обов'язкова державна та відомча перевіркі засобів вимірю- вання, які забезпечують однотипність (однаковість) засобів вимі- рювання під час виготовлення, експлуатації й ремонту;

– стандартні зразки зі складом і властивостями речовин і ма- теріалів, які забезпечують відтворення одиниць величин, що харак- теризують склад і властивості речовин і матеріалів.

Визначимо основні поняття, пов'язані з контролем засобів вимірювання. Перевірка засобів вимірювання – визначення метрологічними органами похибок і встановлення їх придатності до використання. Розрізняють державну (яка виконується органами державної метрологічної служби) і відомчу (яка проводиться органами відомчої метрологічної служби) перевірки.

Під час атестації метрологічні органи досліджують засоби вимірювання для визначення їх метрологічних властивостей і видачі документа з вказаними даними.

Перевірочна схема – затверджений в установленому порядку документ, який вказує засоби, методи і точність передачі розміру одиниці фізичної величини від еталона робочим засобом вимірювання. Розрізняють вітчизняні та локальні (окремих органів метро- логічної служби) перевірочні схеми.

Засоби перевірки – це технічні засоби, необхідні для контролю засобів вимірювання відповідно з вимогами нормативно-технічних документів. Вони

охоплюють робочі еталони, зразкові засоби вимірювання, в тому числі стандартні зразки і зразкові міри, допоміжні прилади, пристрої і матеріали, перевірочні пристрої.

Засоби вимірювання – це технічні засоби, які мають нормативні метрологічні характеристики. Вони складаються зі системи мір, вимірювальних приладів і перетворювачів, а також установок і систем.

Під вимірювальним приладом розуміють засіб вимірювання, призначений для вироблення сигналу вимірювальної інформації у формі, яка доступна для безпосереднього сприйняття спостережень. Вимірювальний перетворювач – це засіб вимірювання, призначений для вироблення сигналу вимірювальної інформації у формі, зручній для передачі до подальшого перетворення, опрацювання та зберігання, але яка не піддається безпосередньому сприйняттю спостереження.

Вимірювання – це процес знаходження якої-небудь фізичної величини з допомогою технічних засобів і порівняння з еталоном. Вимірювашія включає такі елементи: об’єкт вимірювання, власти- вості або стан якого характеризує величину, що вимірюється; оди- ницю виміру; технічний засіб вимірювань; градуювання у вибраних одиницях; метод вимірювання; реєстратор, який сприймає результат вимірювання; кінцевий результат вимірювання.

Будь-які вимірювання обов’язково супроводжуються похиб- ками. Різниця між точним значенням відповідної величини і замі- ряним називається абсолютною похибкою. Повнішою характерис- тикою точності результатів є відносна похибка, яка рівна модулю відношення абсолютної похибки до виміряного значення величини.

За характером проявлення у дослідах похибки ділять на випадкові та систематичні. Випадкові під час повторення дослідів змінюються нерегулярно, непередбачено, тому спостерігається розкид значень. Систематичні похибки під час повторних випробувань у стаціонарних умовах повторюються без змін, або змінюються зако- номірно залежно від тих або інших факторів.

Причиною інструментальних похибок є неточності під час виготовлення і градуювання інструменту; похибки відліку показів і похибки наведення пов’язані з неідеальним виконанням процедури вимірювання; значні похибки виникають внаслідок несправності приладу і через неуважність спостерігача.

Систематичні похибки виявляють скурпульозним аналізом експерименту, методики вимірювання. Це дає можливість внести поправки для їх ліквідації, міняючи методику дослідження.

Випадкові похибки не можна усунути внесенням поправок. Тому за результати багаторазових спостережень беруть найбільш імовірне значення вимірювальної величини й оцінюють похибку вимірювання. Для цього використовують теорію ймовірності і математичну статистику.

Всі вимірювальні прилади точні й чутливі. Точність приладу – це мінімальне значення вимірюваної величини (деформації й ін.), відлік якої можливий за його шкалою. Чутливість приладу – найменше значення вимірюваної величини, на яку реагує прилад. Для повного використання чутливості приладів бажана її відповідність точності. Взаємозв’язок точності та чутливості виявляють під час перевірок приладів.

Статичному випробуванню властива дуже повільна зміна інтенсивності зовнішнього навантаження в часі і просторі без урахування сил інерції. Під час таких випробувань встановлюють параметри папружено-деформованого стану конструкцій, за якими визначають деформації, переміщення, напруження, момент утворення і величину розкриття тріщин, зовнішнє навантаження, форму і характер вичерпання міцності (крихке або пластичне). Для замірів вказаних параметрів використовують механічні, електромеханічні й електричні прилади – тензометри, тензорезистори, індикатори, про- гиноміри, зсувоміри, клинометри; у лабораторних умовах – деякі експериментальні методи: поляризаційно-оптичний, Муара, крих- ких покриттів, голографічний; для вимірювання лінійних і кутових переміщень натуральних споруд – геодезичні методи.

Найточнішими є електричні прилади, які дозволяють заміряти параметри у багатьох точках дистанційно і з мінімальною трудоємністю, а інколи й автоматизовано. Завдяки їм можна повністю автоматизувати випробування з виводом результатів не тільки на ци- фродрук, але й на ПК і графобудувачі: процес зняття показів, їх обробка й аналіз проходять повністю без участі людини.

Механічні прилади менш точні, з їх допомогою неможливо дистанційно зняти покази, необхідно забезпечити доступ спостерігача безпосередньо до приладу, що в багатьох випадках пов’язано з додатковими заходами з техніки безпеки, процес випробувань набагато довший і трудоємніший, ніж при використанні електричних приладів.

Все таки інколи, особливо за необхідності швидкого одержання експериментальних даних при невеликій кількості точок вимірювань, механічні прилади незамінимі.

Метрологічне забезпечення експерименту та стандартизація вимірювань. Під час вивчення явищ і предметів довкілля, а також у своїй щоденній практичній діяльності людині доводиться ви- мірювати ті або інші фізичні величини, які характеризують явища або предмети. Будь-які сучасні експериментальні дослідження неможливі без належного метрологічного забезпечення.

Під вимірюванням фізичної величини розуміємо сукупність експериментальних операцій для знаходження кількісного значення цієї величини.

Одиниці вимірювання різних фізичних величин об’єднані в систему. Розмірність фізичної величини – вираз, який відображає зв’язок величини з основними величинами системи, у якому коефіцієнт пропорційності прийнятий рівним одиниці. Так, наприклад, розмірність для напруження $\sigma = P/A^2$ визначає рівняння

$$[\sigma] = \frac{[P]}{[A]^2}, \qquad (1.1)$$

де: [σ] – розмірність напруження; [Р] – розмірність сили; [А] – розмірність площі. Аналізують розмірності, якщо завчасно відомо, що між всіма значеннями суттєвих параметрів, які визначають це явище, є показниковий функціональний зв’язок.

Потрібно мати на увазі, що під час вимірювання фізичної величини її порівнюють не з одиницею вимірювання, а з речовим відтворенням цієї одиниці у формі конкретного зразка – міри. Отже, міра – засіб вимірювання, який призначається для повторення (від- творення) фізичної величини, значення якої відомі.

Наприклад, міра довжини – вимірювальна лінійка, міра маси – гиря і т.д.

Міри, які відтворюють одиницю з найбільшою точністю, на- зиваються еталонами. Останні встановлюють за рекомендаціями міжнародних конгресів, виготовляються з гранично можливою точ- ністю і зберігають в особливих умовах. їх для безпосередніх вимі- рювань не застосовуються, а тільки для перевірки робочих еталонів, які у свою чергу використовують для перевірки зразкових мір і ви- мірювальних приладів, за якими звіряються робочі міри і прилади.

Вимірювання фізичних величин прийнято ділити на три основ- них види: прямі, опосередковані і сукупні. Ті, які проводяться під час експериментів і отримували шляхом порівняння зі зразковими еталонними мірами, є прямими. Опосередковані викопують шляхом прямих вимірювань величин, пов’язаних певною залежністю із шуканою. Під час сукупних вимірюють одночасно декілька величин, значення яких знаходять шляхом розв’язку отриманої системи рівнянь.

Встановлення одиниць вимірювання фізичних величин, їх від- творення з допомогою еталонів і розробка методів вимірювання складають предмет метрології.

Метрологія обгрунтовує вибір одиниць фізичних величин і будує їх системи: експериментальне відтворення одиниць з допомо- гою еталонів; створення методів і засобів передачі одиниць у практику вимірювань; розробка стандартних зразків речовин і матеріалів, визначення фізичних констант і стандартних довідкових даних про властивості матеріалів, речовин і ін.

У законодавчому розділі метрології розробляються заходи, які стосуються узаконення одиниць фізичних величин, засобів вимірювання, контролю за їх станом і т.д. Перевіркою мір і вимірювальних приладів займається метрологічна служба країни, яка забезпечує єдність вимірювань.

Проблеми метрологічного забезпечення вимірювань в експериментах нерозривно пов’язані з задачами, які ставляться перед стандартизацією. Стандартизація – це встановлення і застосування правил для впорядкування діяльності у певній області на користь і за участю всіх зацікавлених сторін і, зокрема, для досягнення загальної оптимальної економії зі збереженням функціональних умов і вимог техніки безпеки.

Об’єктами стандартизації є конкретна продукція, норми, вимоги, методи, терміни, позначення і т. ін., які мають перспективу багаторазового використання, застосовані в науці, техніці, будівництві. У будівництві стандартизації підлягають методи розрахунку і проектування конструкцій і споруд, вимоги до матеріалів і виробів, допуски на стадії монтажу і будівництва конструкцій будівель і споруд, методи випробувань та проведення вимірювання, методи подання й обробки результатів.

Державні стандарти України (ДСТУ) в області будівництва і будівельних конструкцій затверджуються Державним комітетом з архітектури, будівництва та житлової політики України.

В області будівництва поряд зі стандартами діють державні будівельні норми (ДБН). Ці документи містять окремі загальні еле- менти, але загалом вони суттєво різні. ДБН встановлюють вимоги до всієї будівельної продукції та містять норми будівельного проек- тування, тоді як ДСТУ - вимоги до

будівельних матеріалів і виробів масового виробництва, методів випробування матеріалів і конструкцій, вимірювань, обробки і подання результатів.

Залежно від змісту стандарти поділяються на 13 окремих видів. Для засвідчування і випробування конструкцій і споруд найбільш цікаві такі:

– стандарти технічних умов, які містять всесторонні вимоги до продукції під час її виготовлення, поставки й експлуатації, регламентують методи випробувань, правила приймання;

– стандарти технічних вимог, які нормують показники якості, надійності та довговічності продукції, встановлюють строк служби і т. ін.;

– стандарти методів випробувань, які включають вимоги про порядок відбору проб, або зразків, методи випробувань матеріалів і виробів, які використовуються для оцінки якості продукції. Ці стандарти забезпечують єдність методів і засобів випробувань. У стандартах на методи випробувань містяться також вимоги до вимірювальних приладів, інструментів і устаткування, які використовують для контролю показників якості;

– стандарти правил приймання, маркування, установлення, транспортуванні і зберігання, які регламентують, зокрема, порядок приймання виробів, вид і програму випробувань під час приймання.

У більшості будівельних стандартів наведено й супутні дані, властиві стандартам деяких видів.

Стандарти суттєво впливають на темпи розвитку і рівень виробництва. Базуючись на останніх досягненнях науки і техніки, а також практичному досвіді, стандартизація в багатьох випадках не тільки фіксує досягнутий рівень виробництва, але є одним із важелів прогресу.

Якість будівництва довільного об’єкта перш за все залежить від якісної проектної документації, прийнятих архітектурнопланувальних і конструктивних рішень. Нерідкі випадки, коли будівельні конструкції або елементи впроваджують без недостатньої експериментальної перевірки.

Окремі види робіт у технічній документації часто не пов’язані між собою, особливо загальнобудівельні роботи з санітарно-технічними й елекротехнічними [4].

Якість споруджуваних житлових і цивільних будівель залежить від якості матеріалів, які використовують, деталей і конструкцій, правильності їх перевезення, складування і зберігання готових виробів, будівельно-монтажних робіт, кваліфікації будівельників і т.д.

Однією із суттєвих причин зниження якості будівельно- монтажних робіт є постачання на будівельний майданчик індустріальних конструкцій, виробів і матеріалів, які не відповідають проектним рішенням і технічним умовам. Підприємства будівельної промисловості повинні забезпечити випуск деталей і конструкцій підвищеної готовності, а також їх високу якість. З цією метою виро- бничий персонал підприємств, особливо працівники відділів техніч- ного контролю і лабораторій, зобов’язані організувати пооперацій- них нагляд за продукцією на всіх стадіях технологічного процесу.

Однією з головних умов досягнення високої якості будівельно-монтажних робіт є систематичний контроль за прийманням матеріа- лів, конструкцій і виробів, які постачають заводи–виготовлювачі, за веденням робіт на всіх стадіях будівництва, а також належна (скурпульозна) перевірка якості робіт під час остаточної здачі–приймання об’єкта в експлуатацію. Для цього необхідно посилити відповідальність інженерно-технічного персоналу, технічного нагляду замовника, авторського нагляду, суспільного і Державного архітектурно- будівельного контролю за якістю будівництва. З цією метою Науково-дослідний інститут будівельного виробництва Держбуду України і Державна будівельна інспекція України розробили методику оцінки якості будівельно-монтажних і спеціальних робіт, які виконуються бригадами, зайнятими в промисловому, сільському, житловому і культурно-побутовому будівництві.

Питання покращення якості будівництва та експлуатації будівель і споруд

охоплює широке коло технічних, організаційних і виховних проблем. Найважливіше місце серед них займає контроль якості будівельно-монтажних робіт впродовж всього терміну спорудження будівлі чи споруди відповідно з вимогами будівельних норм і технічних умов.

Завдяки стандартизації будівельних матеріалів, конструкцій і виробів, конструктивних і архітектурно-планувальних рішень значно покращуються якісні показники будівель і споруд.

Один із напрямків стандартизації пов’язаний з розробкою норм, методів, правил, які визначають методи контролю кількісних і якісних характеристик властивостей продукції. Якість продукції – сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно з призначенням. Показник якості продукції – кількісна характеристика властивостей, які входять у склад її якості, розглядаються стосовно до певних умов її створення й експлуатації або вжитку. Номенклатура показників якості залежить від призначення продукції. При розгляді таких по- казників слід розрізняти найменування (наприклад, границя (межа) пружності конструкційного матеріалу) і їх числові значення.

Показники якості бувають одиничними, коли відносяться тільки до одного із властивостей продукції; комплексними, коли відносяться до декількох. Узагальнюючий показник якості продукції – комплексний показник, який відноситься до такої сукупності її властивостей, за якою прийнято рішення оцінювати якість. Зокрема, під час порівняльного аналізу різних конструктивних рішень щодо взаємозамінних за розмірами і навантаженнями плит перек- рить як узагальнений економічний показник можна прийняти при- ведені затрати, які враховують витрачання матеріалів, вартість ви- готовлення, транспортування і монтажу, влаштування теплового ізоляційного килима і тощо. Інтегральний показник якості продукції також є комплексним, який відображає співвідношення загального корисного ефекту від експлуатації або споживання продукту й експлуатацію або споживання. Розрізняють реально

досягнуті та базові показники якості. Базовий прийнятий за вихідний при порівнювальних оцінках.

Від досконалості контролю якості, технічного та апаратного забезпечення і виконання залежить ефективність всієї системи. Мета контролю – перевірка відповідності показників якості продукції встановленим вимогам, які можуть бути зафіксовані у стандартах, технічних умовах, договорах про постачання, паспорті виробу й інших документах.

Об’єктом контролю може бути продукція або технологічний процес. Контроль здійснюється як на стадії проектування, так і на стадії виробництва й експлуатації. Розрізняють вхідний, оперативний і приймальний контроль. Вхідний пов’язаний з перевіркою продукції постачальника, а також тієї, що надійшла до споживача і призначена для використання під час виготовлення, ремонту або експлуатації. Об’єктами такого контролю може бути проектна документація, півфабрикати, вироби. Орієнтаційний контроль – контроль продукції або технологічного процесу під час виконання або після завершення певної операції. Під час приймання перевіряють готову продукцію і за результатами вирішують про його постачання або використання продукції, чи про введення об’єкта в експлуатацію.

Контроль може бути суцільним, коли вивчають кожен об’єкт, або вибірковим, коли випробовують тільки деяку кількість продукції. Розрізняють два основних методи контролю: неруйнівпий і руйнівний. Під час руйнівного виріб доводять до такого стану, коли подальше його використання неможливе. Цей метод пов’язаний тільки з вибірковим контролем. За використанням засобів контролю для одержання першої інформації розрізняють такі його види:

– вимірювальний – здійснюється з обов’язковим застосуванням засобів вимірювання;

– реєструвальний, пов’язаний з реєстрацією кількості прояву якісних ознак продукції;

– органоліптичний – коли первинна інформація сприймається якісно

тільки з допомогою органів чуття, причому можливе вико- ристання приладів, які дають змогу збільшити точність визначення або сприйняття органів чутливості;

– візуальний – органоліптичний, що здійснюється тільки орга- нами зору;

– технічний огляд-контроль, що проводиться в основному за допомогою органів чутливості і, за необхідності, достатньо прости- ми засобами. Технічний контроль, зазвичай, включає детальне ознайомлення з проектною і виконавчою документацією.

Існує декілька видів контрольних випробувань продукції:

– попередні, які проводяться на дослідних зразках для визна- чення можливості їх пред’явлення на приймальні випробування;

– приймальні – контрольні випробування дослідних зразків продукції, а також виробів одиничного виробництва для вияснення доцільності постачання на виробництво цієї продукції або передачі її в експлуатацію;

– приймально-здавальні – контрольні випробування готової продукції під час приймального контролю. Такі випробування, як правило, проводить виготовлювач. Для продукції серійного виробництва під час таких випробувань не перевіряють комплектність і якість технічної документації, а тільки вирішують питання про прийняття або відхилення контрольної партії;

– періодичні випробування проводять періодично в об’ємах і в строки, встановлені технічною документацією;

– типові випробування – після внесення змін у конструкцію або технологію виготовлення для оцінки ефективності та їх доцільності;

– атестаційні здійснюють з метою оцінки рівня якості продукції під час її атестації.

Контрольні випробування розрізняють також за рівнем вико- навців, які їх проводять: державні міжвідомчі, відомчі.

Велика увага приділяється автоматизації контролю, що дає можливість

своєчасно виявити порушення технологічних режимів і вплинути на окремі етапи процесу. З цією метою використовують як міні-ПК, так і мікропроцесорну техніку. Одночасно розвиваються статистичні методи контролю якості – пов’язані з контролем певної вибірки із генеральної сукупності, оцінкою математичного очікування досліджуваного фактора, його дисперсії та мінливості, побудовою інтервалів достовірності. Для цієї мети використовують математичний апарат статистики, який включає дисперсний, кореляційний і регресивний аналізи, а також методи математичного планування експерименту.

1.3 Історичний нарис розвитку методів досліджень та випробувань

Обстеження та випробування нерозривно зв’язані з самим будівництвом, і практично на всьому шляху розвитку людства експериментальні дослідження, хай і не систематизовані, супроводжували будівельну практику. Найпростіші елементи досліджень, необхідні для процесу будівництва, поступово перейшли на якісно вищий рівень.

Перші будівельники вчилися у природи та розвивали конструкції будівель і споруд методом «проб і помилок». Найбільші споруди стародавнього світу – єгипетські піраміди – у своєму розвитку пройшли ряд етапів, коли нагромадження досвіду будівництва дало змогу перейти від ступінчатих пірамід до власне пірамід, поступово збільшуючи їх висоту і об’єм. Прикладом пошу- ків єгипетськими архітекторами шляхів покращення роботи конструкцій пірамід є влаштування розвантажувальних камер над по- ховальним приміщенням у піраміді Хеопса. Одним із перших штучних будівельних матеріалів була цегла-сирець, її використовували в Єгипті та стародавніх державах Месопотамії. Це був композитний матеріал, готували його із

річкового глинистого мулу, додаючи дрібну гальку та рублену солому для зменшення осадки при висиханні та збільшення міцності (рисунок 1.1). Цю суміш, глинобетон, вкладали в дерев'яні форми – рамки, які потім знімали, цегла висихала на со- нці. Міцність такої цегли-сирця доходила до 3-4 МПа. Напевно, практичними дослідженнями ще в державах Месопотамії – Шумері, Ассирії та Вавилоні встановили, що випалена цегла має більшу мі- цність та довговічність, і вже тоді при будівництві її широко вико- ристовували.

Значного розвитку будівництво досягло у Древньому Римі, саме завдяки пошуковим дослідженням римським архітекторам вдалося створити ефективні конструкції та нові матеріали. Так, цегляно-бетонними виконані куполи римського Пантеону, римського храму Мінерва-Медіка, терем Каракали та ін. Із полегшеної цегли зведено вражаючий довершеністю купол храму св. Софії в Константинополі (саме після того, як перший купол зруйнувався від власної ваги).

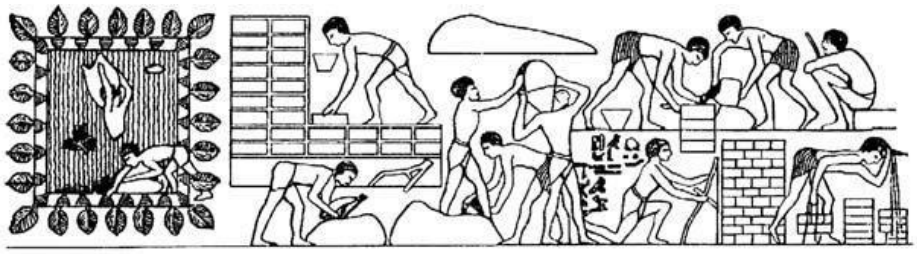


Рисунок 1.1 - Виробництво цегли-сирцю із нільського мулу в Древньому Єгипті

У своїх Десяти книгах про архітектуру видатний древньо- римський архітектор Вітрувій в I ст. до н. е. вказував, що цеглу- сирець не можна робити із піщаної кам'янистої та щебенистої глини, бо така цегла буде важка і від дощів при намоканні буде просідати і кришитися. Причина – грубі фракції в глині не дають змоги їй зв'язати солому. Про пісок Вітрувій писав, що він не повинен мати домішок землі – це вплине на зниження міцності розчину. А якщо ви- користати морський пісок для розчину, то сіль буде руйнувати стіни. Це свідчить, що вже в давні часи архітектори аналізували роботу конструкцій

та досліджували властивості будівельних матеріалів [4].

Перші літературні згадки, пов’язані з експериментальним ви- вченням властивостей матеріалів, містяться у працях генія епохи Відродження Леонардо да Вінчі (1452–1519 р р.). У замітці «Випробування залізних дротів різних довжин» він дав ескіз установки з еле- ментом оберненого зв’язку (рисунок 1.2.). До розтягнутого дроту була приєднана ємність, заповнена піском. Під час обриву дроту відключався пристрій живлення. Одночасно були проведені дослідження при різних довжинах дроту. Леонардо да Вінчі вивчав також вплив прольоту згинальних балок на їх несучу здатність. При дослідженні колон він дійшов висновку про вплив розмірів поперечного перерізу та довжини на міцність колони (це була перша згадка про стійкість). Ідеї Леонардо да Вінчі на багато років були приховані у його записних книжках, публікація яких відноситься до початку XX ст.

Великий внесок у науку про міцність конструкцій зробив чудовий вчений-енциклопедист Галілео Галілей (1564–1642 рр.).

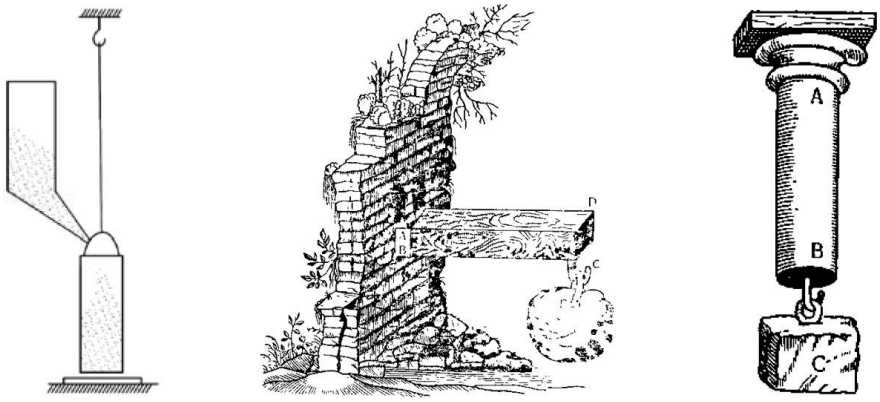


Рисунок 1.2 - Дослідження конструкцій в епоху Середньовіччя:

a – схема Леонардо да Вінчі для випробування дроту на розрив; b – малю- нки Г. Галілея до випробування балок і стержнів

У 1638 р. він видав книгу «Бесіди і математичні докази, які ві- дносяться до двох нових галузей науки, котрі стосуються механіки і місцевого руху». У цій праці містяться посилання на деякі спостереження Г. Галілея. Він вказав,

що під час будівництва геометрично подібних споруд зі збільшенням їх абсолютних розмірів, споруди ставатимуть щораз слабшими. Далі він випробував на простий розтяг брус і встановив, що його міцність пропорційна площі поперечного перерізу і не залежить від довжини. Г. Галілей досліджував брус, защемлений одним кінцем, на згин і встановив певні кількісні залежності, які впливають на фізичне розуміння несучої здатності згинального бруса. Потрібно зауважити, що Г. Галілей вперше оцінив несучу здатність конструкцій з позиції граничних станів. Ідеї його методу розрахунку розвинулися у 30-ті роки XX століття. Г. Галілей встановив, що загальний момент від власної ва- ги балки зростає пропорційно квадрату її довжини, експериментально довів вплив геометричних розмірів бруса на його несучу здат- ність. Ним встановлено, що геометрично подібні консольні стержні, навантажені власною вагою, нерівноцінні. Він розв'язав задачу про консолі рівного опору. На підставі проведених експериментальних досліджень, Г. Галілей дійшов до правильної оцінки несучої здат- ності труб і суцільних кругових стержнів рівної площі.

Цікаві дослідження виконав Е. Маріотт (1620–1684 рр.), який вивчав явище удару, поведінку балок під час згину, створив баліс- тичний маятник та перші установки для випробування матеріалів на розтяг. Е. Маріотт, на основі проведених досліджень, коректує роз- думи Г. Галілея, але припускає помилки в аналітичному рішенні. Прикладом його досліджень є схема для вивчення опору і міцності, яку він розробив при проектуванні трубопроводу для водопоста- чання Версальського палацу (рисунок 1.3, а).

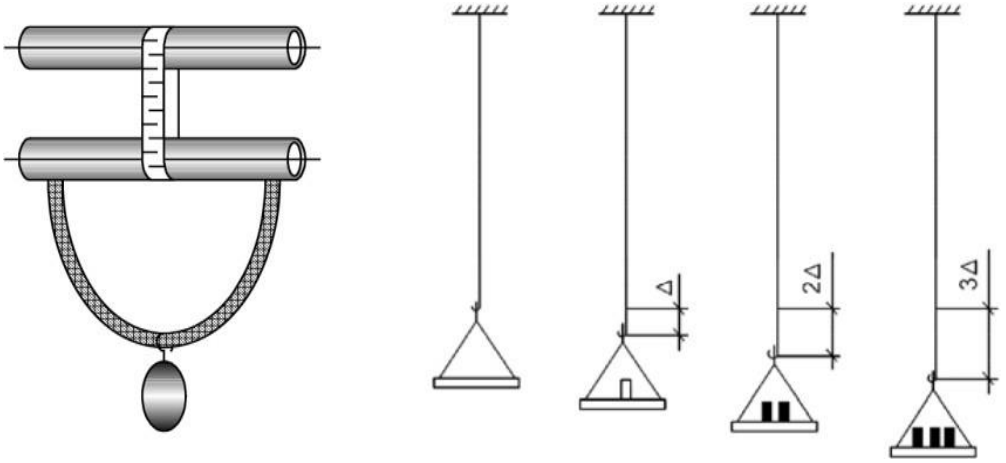


Рисунок 1.3 - Схеми досліджень:

а – малюнок до випробування труб Маріотта; b – досліди з дротами Гука

Суттєвий внесок у науку про опір матеріалів зробив Р. Гук (1635–1703 рр.). Ним вперше чітко сформульовано закон зв’язку сили і переміщення під час роботи матеріалу, він встановив факт, що у консольній балці під дією на її кінці зосередженої сили, на- правленої вниз, верхні волокна розтягуються, а нижні – стиска- ються. Він також встановив, що пружні тіла повертаються у почa- тковий стан після зняття навантаження (рисунок 1.3, b). Випробовуючи моделі арки, в 1732 р. французький інженер Данізі встановив, що під час руйнування арка ділиться не на три частини, як вважалося раніше, а на чотири. Даніел Бернуллі (1700–1782 рр.) вперше опи- сав результати дослідів, пов’язаних зі встановленням частоти і фо- рми коливань стержнів. Ш. О. Кулон (1736–1806 рр.) експери- ментально досліджував міцність піщаника, стискання призм та кру- тильні коливання. Для розв’язання останньої задачі він сконструював оригінальний прилад. П. Ван-Мустенбек (1692–1761 рр.) запро-понував низку машин для випробувань на розтяг, стиск і згин.

Вже у XVIII ст. досить часто проводились випробування ма- теріалів та конструкцій. Створювалися спеціальні установки, на- приклад, розроблена Мустенбергом для дослідження елементів на розтягування (рисунок 1.4, а).

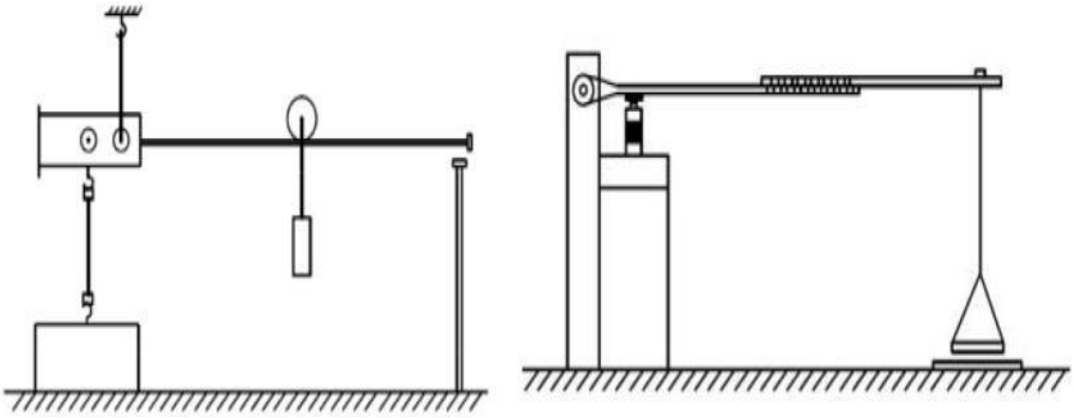


Рисунок 1.4 - Установки для випробування:

а – стержнів на розтягування Мустенбрука (1729); b – зразків цегли Готе (1826)

Поступово зростали вимоги до контролю будівництва і з XIX ст. стало правилом перед початком робіт виконувати дослідження матеріалів чи конструкцій. Мостобудівник Готе створює важільну установку для дослідження зразків цегли (рис. 1.4, b).

Чисельні експерименти провів Ф. Дюпен (1784–1873 рр.). Він досліджував дерев'яні балки на згин. А. Дюло на початку XIX ст. ви- конав широкомасштабні випробування заліза та залізних конс- трукцій, зокрема і на поздовжній згин. Він вивчав роботу складних двотаврових балок. Т. Юнг (1773–1829 рр.) вперше дослідним шля- хом встановив зміну поперечних розмірів зразків під час стискання матеріалу, звернув увагу на обмеженість застосування закону Гука, встановив великий розкид при поперечному випучуванні стиснутих колон, пояснив це відхиленням основної сили від геометричного центра елемента. Ним також ставились досліди на ударні наванта- ження. Г. Ляме (1795–1870 рр.) сконструював випробувальну маши- ну, вперше використавши гідравлічний насос для створення наванта- ження. Цікаві досліди для виявлення характеру коливань пластин провів Е. Хладні. Покриваючи пластину тонким шаром дрібнозернис- того піску, він отримав можливість продемонструвати існування вуз- лових ліній для різних коливань і визначити відповідну їм частоту.

У першій половині XIX ст. в Англії У. Фейрберк сконструю- вав спеціальну машину, яка дозволила йому разом з І. Ходкінсо- ном провести численні випробування чавунних зразків на стиск, розтяг і згин, а також вивчити міцність пластин з кованого заліза і клепаних з'єднань таких пластин. Ю. Вейсбах (1806–1871 рр.) ор- ганізовує механічну лабораторію, в якій студенти Фрейсбургської гірничої академії самостійно випробували і дослідили матеріали під різними статичними і динамічними навантаженнями. У роботах Ж. В. Понселя (1788–1867 рр.) вперше висвітлюється проблема втоми матеріалів, яка спричинила велику кількість експериментальних до- сліджень і вивчення руйнування на реальних об'єктах.

Г. Джемсом і Д. Гальтоном запропонована машина для випро- бувань на втому. А. Велер (1819–1914 рр.) продовжив дослідження в області втоми матеріалів, аналізуючи руйнування осей рухомого складу, розробив прилад для вимірювання прогинів вагонних осей на стадії їх експлуатації, запропонував установку для втомних ви- пробувань. Він також створив прилад для статичних випробувань на згин. Великим експериментатором свого часу був В. Вертгейм (1815–1861 рр.). Коло його наукових інтересів дуже широке. Він вивчав вплив температурних умов на значення модуля пружності сталі, провів велику серію випробувань скла і різних сортів дереви- ни, визначаючи значення коефіцієнта Пуассона, досліджував опти- чні властивості пружних тіл, заклав основи для створення методів фотопружності. В подальшому у цьому напрямку працювали Ф. Нейман, Д. Брюстер, О. Ж. Френель, Д. К. Максвелл (1831– 1879 рр.). У працях Д. К. Максвелла була повністю розроблена техніка оптичного методу аналізу напружень у поляризованому світлі.

Остання третина XIX ст. характеризується швидким ростом мережі спеціальних лабораторій для досліджень матеріалів та кон- струкцій, створюються нові типи машин для випробування і вимі- рювальної апаратури. До числа вчених, які отримали цікаві резуль- тати, можна зарахувати Д. Киршельда, І. Баушінгера, Л. Вердера та ін. Так, у 1875 р. на практиці

використовували машину Л. Вердера із зусиллям 1000 кН і гідравлічні преси Амслера-Лаффоне. Стій- кість пружних систем вивчали І. Баушінгер, Л. Тотмайєр і ін. Дуже цікаві дослідження Г. Р. Герца (1857–1894 рр.), який вивчав стис- нення пружних тіл, досліджував взаємодію тіл під час зіткнення.

Початок XX ст. характеризується розвитком експериментальних робіт з теорії руйнування крихких матеріалів (А. А. Гріффітс, В. Вейбула, Д. Ірвін та ін.), пластичності деформації матеріалів (Л. Прандтль, А. Кадаі й ін.), повзучості матеріалів за високих тем- ператур. Російський механік І. П. Кулібін (1735–1818 рр.) створив у 70-х роках XVIII ст. проект арочного мосту на Неві з прольотом 298,6 м. Була побудована модель цієї прольотної будови в 1/10 натуральної величини. Випробування моделі пройшло з успіхом, і ба- гато років вона перекривала один з каналів у Таврійському саду Пе- тербурга (рисунок 1.5, a). Під час проектування І. П. Кулібін розробив оригінальні прилади для експериментального обґрунтування при- йнятої схеми і розмірів арки (рисунок 1.5, b, c) [50].

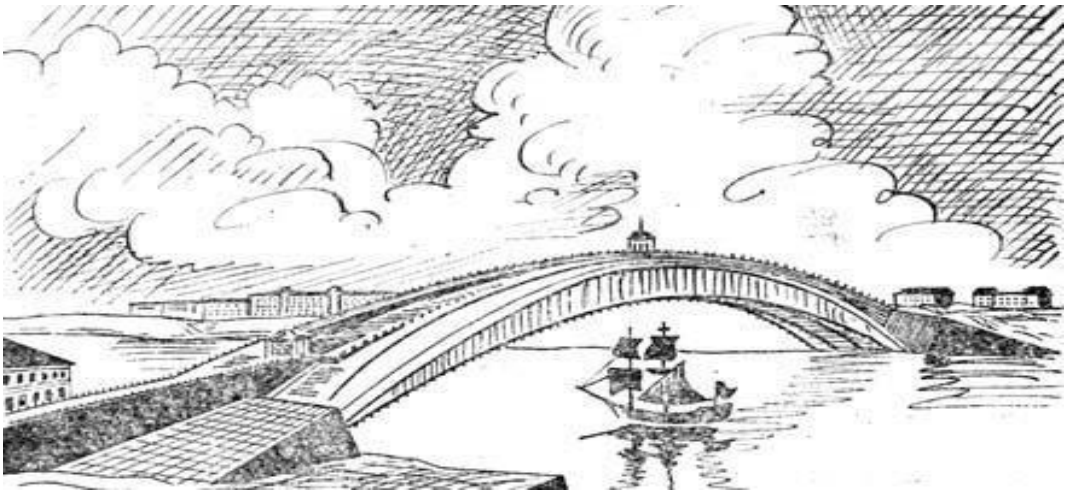
У 1808 р. у Петербурзі створюється Інститут інженерів шля- хів сполучення. У стінах цього інституту працювали Г. Ляме і Ю. П. Клапейрон. Для вивчення механічних властивостей заліза Г. Ля- ме побудував випробувальну машину горизонтального типу, робо- чим органом якої був поршень гідравлічного насоса, який за- вантажував. Було виявлено інтенсивний розвиток деформацій під навантаженням, яке відповідало біля 2/3 руйнівного; відзначено утворення шийки після переходу за межі текучості.

У розвиток випробування конструкцій і матеріалів значний внесок зробили інженери і вчені родом з України: П. І. Собко (1819–1870 рр.), Д. І. Журавський (1821–1891 рр.), М. А. Белелюб- ський (1845–1922 рр.), С. П. Тимошенко (1878–1972 рр.) та інші.

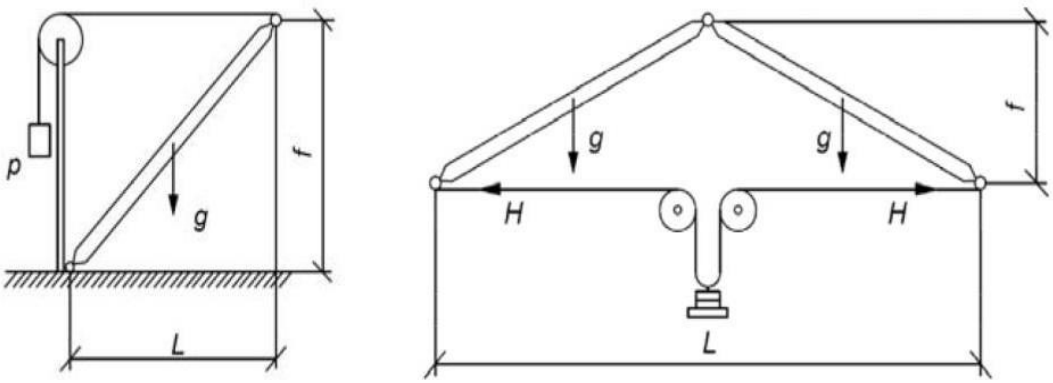
Розвиток будівництва багатоповерхових цегляних будівель супроводжувався непоодинокими випадками їх руйнування. Інженер П. І. Собко запропонував призначити висоту і товщину стін за- лежно від міцності

цегли, для чого розробив спеціальні таблиці.

Він розробив метод визначення міцності цегли випробуванням її на перелом. П. І. Собко організував в Росії лабораторію з випробу- вання будівельних матеріалів. Чисельні дослідження, виконані Д. І. Журавським, який успішно поєднував практичну діяльність з науковою роботою. Ним було вивчено розподіл дотичних напружень у суцільних і складених дерев'яних балках, досліджено роботу балок коробкового профілю, розподіл дотичних зусиль. Випробуючи модель ферми системи Гау, Д. І. Журавський виконав стійки зі струн і за висотою звуку, який створювали струни під час завантаження моделі, оцінював рівень навантаження цих елементів. М. А. Белелюбський вже у 20 роки очолив механічну лабораторію Петербурзького інсти- туту шляхів сполучення і перетворив її в провідний центр випробу- вання матеріалів і конструкцій. Так, для дослідження нового на той час матеріалу – залізобетону, він провів у 1891 році комплекс натур- них випробувань 13 елементів – склепінь, труб, резервуару, моста. М. А. Белелюбський всіляко сприяв впровадженню випробувань в повсякденну інженерну діяльність, поставив питання про необхід- ність введення у практику випробування матеріалів єдиних міжнаро- дних технічних умов, він сам був автором проектів понад ста мостів.



а



b c

Рис. 1.5. Арочний міст і схеми приладів Кулібіна:

a – загальний вид моста; b – прилад для визначення залежності між розпором і підйомом арки; c – прилад для визначення розпору від положення арки

У вивченні пружності суттєву роль відіграв А. Т. Купфер (1799–1895 рр.), перший директор Центральної лабораторії ваг і мір у Росії. Він дослідив значення модуля зсуву, вивчав крутильні ко- ливання, вплив температури на модуль пружності, провів чисельні експерименти, вивчаючи згин і коливання балок. М. Ф. Окатов (1829–1901 р р.) ґрунтовно дослідив коефіцієнт Пуассона.

Видатним інженером-практиком і обдарованим вченим був Ф. С. Ясінський (1856–1899 рр.), який на підставі аналізу руйнування прого- нових будов мостів з їздою низом без вітрових горизонтальних зв’язків по верхньому поясі побудував відповідну розрахункову схему.

Можна відзначити, що у першій половині XX ст. наука про ро- зрахунок і експериментальне вивчення дійсної роботи будіве-льних об’єктів була повністю сформована, стала наукою зі своїми метода- ми і засобами, готова була одержати новий імпульс для розвитку з використанням сучасних досягнень фізики, математики та техніки. І. М. Рабінович у своїх працях розвивав методи вивчення впливів динамічних навантажень на прогонові будови мостів. Він зробив великий внесок у науку, досліджуючи впливи короткочасних імпульсних навантажень споруди. М. М. Філоненко-Бородич

зосередив увагу на міцності матеріалів. Г. А. Ніколаєв очолив радянську школу зварю- вання. Тут слід згадати і нашого співвітчизника, знаменитого профе-сора Б. О. Патона, який побудував перший зварний міст через Дніпро у Києві. Ю. А. Нилиндер розробив методику випробування греблі Дніпрогесу і значно вплинув на розвиток теорії неруйнівних методів. Він визначив розподіл напружень, викликаних нерівномірним підвищенням температури всередині греблі внаслідок осадки.

Великі заслуги радянських та вітчизняних вчених, що сформулювали напрямок будівельної науки, пов'язані зі створенням ме- тодів і засобів обстеження будівельних об'єктів, випробуванням моделей і споруд, створенням апаратурного обладнання. Зокрема, неможливо обійти праці таких вчених: М. М. Аістова, О. Є. Анд- рейківа, А. Я. Барашикова, А. М. Бамбури, К. І. Безухова, К. А. Глуховського, Б. Г. Гнідця, О. Б. Голишева, А. Г. Григоренка, Д. Е. Долідзе, Ю. Д. Золотухіна, Ф. Є. Клименка, П. М. Коваля, С. Є. Ко- вчика, Л. І. Корчинського, М. А. Крилова, А. І. Лантух-Лященка, О. В. Лужина, Й. Й. Лучка, М. Г. Мар'єнкова, В. В. Панасюка, В. Н. Помаранця, Г. Я. Почтовика, В. М. Сержюкова, Л. Н. Фомиці, С. Ф. Філоненка, Г. Л. Хасіна А. І. Яковлева та багатьох інших [128].

Унікальні вимірювальні прилади і перетворювачі створені М. М. Максимовим, М. М. Аістовим, Й. А. Фізделем, К. П. Каш- каровим, Н. С. Вайнштоком, Н. В. Вольфом, А. М. Ємельяновим, В. Ф. Смотровим, В. А. Воробйовим, О. Ю. Саммалом, В. З. Хейфіцем й ін. У працях радянських та вітчизняних вчених успішно розвивались методи моделювання будівельних конструкцій, причому нові оригінальні результати одержані Г. Н. Покровським, Д. А. Питлюком, Н. С. Шейніним, В. Н. Мостаченко й ін. Неруй- нівний контроль виробництва і якості залізобетонних виробів розвивався у роботах А. Й. Буракаса, Д. А. Коршунова, З. М. Брейт- мана, В. П. Глуховського, А. М. Поліщука, Л. Г. Роде, І. Е. Шко- льникова, В. В. Судакова, Б. Б. Ужполявічюса й ін.

Неможливо не відзначити видатних вчених України другої половини 20 століття, які створили одну із теорій повзучості на під- ставі якої розробили теорії розрахунку бетонних і залізобетонних конструкцій будівель і споруд при коротчасних і довготривалих навантаженнях – це були такі знамениті вчені, як И. И. Уліцький, О. Б. Голишев, Я. Д. Лівшіц, і багато інших.

Неабиякий внесок у розвиток теорії міцності матеріалів і конструкції, зробив один із основоположників Львівської наукової школи механіків-матеріалознавців академік В. В. Панасюк.

Він створив основи теорії крихкого руйнування та міцності матеріалів. Разом з учнями та співавторами сформулював нові розрахункові моделі граничної рівноваги деформівних квазікрихких тіл з тріщинами, зокрема відому тепер δc – модель, що стало важливим узагальненням існуючих концепцій механіки руйнування де- формівних тіл з тріщинами.

Слід відзначити відомого вченого-механіка О. Є. Андрейківа [12, 13]. Він розробив методи визначення характеристик трі- щиностійкості конструкційних матеріалів під статичним, циклічним і динамічним навантаженнями, а також з урахуванням агресивних середовищ, зокрема водневмісних.

Значний внесок в механіку руйнування будівельних матеріалів і конструкцій зробив Й. Й. Лучко [13], наукова діяльність якого спрямована на розробку методів механіки руйну- вання будівельних матеріалів та конструкцій з метою прогнозуван- ня їх міцності з врахуванням реальних умов експлуатації. В процесі досліджень встановив критерій розвитку тріщин у розтягнутій зоні залізобетонних елементів, розробив методику розрахунку парамет- рів тріщиностійкості для балкових залізобетонних елементів, вра- ховуючи умови зчеплення стержневої арматури з бетоном.

Важливу роль у дослідженні та випробуванні будівель і спо- руд відіграли вчені Львівської політехніки. Професор М. Тульє (1853–1939 рр.) відомий своїми експериментальними дослідження- ми залізобетонних конструкцій, на результатах яких формувалася класична теорія залізобетону. Модель

залізобетонного арочного моста, збудована у 1892 р. (перша залізобетонна конструкція у захі- дній Україні), до цього часу стоїть біля головного корпусу Львівсь- кої політехніки. Професор А. Курило (1889–1980 рр.), відомий екс- периментальними дослідженнями залізобетонних колон і арок, мос- тів та багатьох інших конструкцій і споруд. Під керівництвом про- фесора Ф. Є. Клименка проведено експериментальні дослідження сталезалізобетонних конструкцій із зовнішнім стрічковим армуван- ням. Випробовували сталезалізобетонні балки зі звичайною та по- передньо напруженою стрічковою арматурою, зовнішньою армату- рою із анкерами та рифленою, балки з подвійним армуванням, не- розрізні сталезалізобетонні ригелі. Виконані унікальні експеримен- тально-теоретичні дослідження несучої здатності, форм руйнування і напружено-деформованого стану складчатих куполів. Великий об’єм експериментальних досліджень будівельних конструкцій ви- конав професор Б. Г. Гнідець. Ним випробувані нерозрізні залізобе- тонні балки, трипрогонові рами, великорозмірні моделі збірномо- нолітних нерозрізних балкових і кесонних перекриттів для промис- лових і громадських будинків, інженерних споруд і прогонових бу- дов мостів. Важливе значення для будівельної науки мають виконані під його керівництвом натурні випробування будівельних конструкцій: кесонних перекриттів різних розмірів.

Дуже повчальними є результати аналізу наслідків аварій і катастроф. У працях Ф. Д. Дмитрієва, Б. Н. Біляєва, В. С. Корнієнка, М. Н. Лащенка, М. М. Сахновського, А. М. Титова, А. Н. Шкінева міститься детальний аналіз причин руйнування будинків і споруд.

Строгої класифікації причин і характеру руйнувань до сьогод- ні не створено, але можна виявити такі об’єктивні причини, які викликають руйнування конструкцій: недостатні знання умов дійсної роботи об’єкта; помилки, допущені у процесі проектування і під час визначення величин діючих навантажень; недосконаліть виготовлення і монтажу об’єкта; неправильні умови експлуатації.

2. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕТОНУ

2.1 Класифікація, опис, склад і властивості бетонів

Відповідно до ГОСТ 25485-89 «Бетони. Технічні умови». Класифікація бетону

За функціональним призначенням:

-теплоізоляційний - об'ємна маса 300-500 кг / м³.

-конструкційний теплоізоляційний - об'ємна маса 500-900 кг / м³.

-конструкційний (бетон для конструкційних елементів житлових і сільськогосподарських будівель) - об'ємна маса 1000-1200 кг / м³.

За способом поризації :

-газоутворення (газобетони, газосилікати).

-піно утворення (пінобетон , піносилікат).

-аерувати газобетон, пористий силікат.

До модифікацій способів поризації відносяться:

-спучування маси газоутворення в вакуумі (невелике розрідження).

-аерування маси під тиском

-подальшим зниженням тиску до атмосферного .

-газобетон технологія (газобетон) - поєднання методу аерування та газоутворення.

По виду в'яжучої речовини: в основному, використовують цемент, вапно, рідше гіпс

По виду кремнеземистого компонента: кварцовий пісок, зола-винесення від спалювання вугілля, кислі металургійні шлаки та ін.

За способом твердіння: не автоклавні, що передбачають пропарювання, електропрогрівання або інші види прогріву при нормальному тиску, які

тверднуть при підвищеному тиску і температурі.

Класифікація бетону за основним призначенням

Бетони класифікують за основним призначенням, виду заповнювачів, виду в'яжучого речовини, структурі, умові твердіння. Класифікація товарного бетону за призначенням вказана в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Класифікація товарного бетону за призначенням

Класифікація	Призначення
Звичайний	Для виготовлення колон, балок, плит і тому подібних конструкцій
Гідротехнічний	Для гребель, шлюзів, облицювання каналів
Для підземний споруд	Для виготовлення труб колодязів, резервуарів
Дорожній	Для обладнання дорожніх і аеродромних покриттів
Спеціального призначення	Для зведення споруд спеціального призначення (на спеціальних видах цементу: кислототривкий; жаростійкого)

Класифікація товарного бетону по виду заповнювачів:

- бетони на щільних заповнювачах (напр. щебінь);
- бетони на пористих (напр. керамзит);
- бетони на спеціальних заповнювачах.
- Класифікація бетонів за видом в'яжучого речовини
- цементні
- силікатні
- гіпсові
- шлаколужні
- полімер цементні
- спеціальні.
- Класифікація бетонів за структурою

- щільної структури;
- поризовані структури;
- пористої структури;
- велико пористі структури.

Класифікація бетонів за умовами тверднення:

- тверділи в природних умовах;
- тверділи в умовах обробки їх при атмосферному тиску;
- тверділи в умовах обробки їх при тиску вище атмосферного

Ніздрюватий бетон - штучний пористий будівельний матеріал на основі мінеральних в'яжучих і кремнеземистого заповнювача. Є однією з різновидів легкого бетон. Призначений, в цілому, для будівельної теплоізоляції: утеплення по залізобетонних плитах і горищних перекрить, в якості теплоізоляційного шару багатошарових стінових конструкцій будівель різного призначення; для теплозахисту поверхонь обладнання і трубопроводів при температурі до 400 ° С; жаростійкі пористі бетони застосовуються для теплоізоляції обладнання з температурою поверхні до 700 ° С.

В останні роки блоки з пористого бетону набирають популярність в якості конструкційного стінового матеріалу. Котеджі і багатоповерхові будинки, побудовані з ніздрюватого бетону, мають кращі теплові характеристики в порівнянні з цегляними. Досягається це багато в чому завдяки правильній геометрії сучасних блоків. За рахунок чітких розмірів (± 2 мм) блоки можна укладати на спеціальний клей з шаром, що клеїть не більше 3 мм, а не на шар цементного розчину, який зазвичай і служить містком холоду.

Газо шлакобетон - одна з різновидів без цементного пористого газобетону, в якому основним в'язким компонентом є доменні гранульовані шлаки, а основним кремнеземистим компонентом - мелений пісок або зола-винесення ТЕЦ. Газо утворювачем такої суміші служить алюмінієва пудра шлаку виступають добавки гіпсу, вапна або рідкого скла.

Основні технічні показники рівні своїм аналогам для ніздрюватого

бетону.

Газобетон - різновид пористого бетону; будівельний матеріал, штучний камінь з рівномірно розподіленими по всьому об'єму приблизно сферичними, замкнутими, але сполученими один з одним порами діаметром 1-3 мм. За технологією остаточної обробки газобетон поділяють на автоклавний газобетон і «неавтоклавний».

При виробництві цього матеріалу використовуються цемент, кварцовий пісок і спеціалізовані, також до складу суміші при його виготовленні іноді додають гіпс, вапно, промислові відходи, наприклад, зола і шлаки металургійних виробництв.

Газоутворення в замішаної на воді суміші обумовлено взаємодією газо утворювача, зазвичай дрібнодисперсного металічного алюмінію з лужної цементним або вапняним розчином, в результаті хімічної реакції утворюються газоподібний водень, спінений цементний розчин, і алюмінати кальцію.

Пилоподібний алюміній незручний для застосування при замішуванні розчину, так як сильно пилить. Тому в якості спеціалізованих газо утворювачів використовують алюмінієві пасти і суспензії.

Газобетон легко обробляється: пиляється, свердлить , звичайними сталевими інструментами, навіть без твердосплавних напайок. У нього легко забиваються цвяхи, скоби, установчі вироби; для кріплення в основному використовуються дюбелі для газобетону. Не горючий, так як складається тільки з мінеральних компонентів.

Має меншу природну радіоактивність в порівнянні зі звичайним бетоном, так як в його склад не входить гранітний щебінь, слюди, - складова частина природних гранітів, які мають підвищену природну радіоактивність через концентрацію в цих мінералах торію і урану.

Газобетон застосовується в житловому, комерційному та промисловому будівництві. Основний обсяг споживання займають будівельні (стінові і перегородкові блоки), також застосовуються армовані вироби (перемички і

плити перекриття).

Залізобетон - поєднання бетону зі сталевою арматурою. Використовується у всіх кліматичних зонах, так не втрачає своїх властивостей і при морозах до мінус 45 'і по жарі до плюс 60. Більшість знайоме з цим типом матеріалу по залізобетонних плитах перекриття.

Фібро бетон - композитний будівельний матеріал для монолітного будівництва, одержуваний шляхом додавання фібри в бетон. Фібра – мікро арматура, рівномірно армована бетон у всіх площина, що підвищує клас бетону, міцність, ударостійкість і знижує утворення усадочних тріщина. Сталева фібра являє собою продукт, вироблений із сталевого дроту з загнутими кінцями (анкерами) на кінцях, які міцно зчіплюються з бетоном і приймають на себе виникають напруги.

Фібра замішується в бетон безпосередньо перед заливкою або ж безпосередньо на бетонному заводі при виробництві бетонної суміші, що є оптимальним з точки зору технології.

Пінобетон - пористий бетон, який має пористу структуру за рахунок замкнутих пір (бульбашок) по всьому об'єму, що отримується в результаті затвердіння розчину, що складається з цементу, піску, води і піноутворювача.

У таких бетонах частина пір створюється піноутворювача добавками. Міцність пінобетону залежить від об'ємного ваги, виду і властивостей вихідних матеріалів, а також від режимів обробки їх (ТВО) і вологості бетону. Ніздрюватий бетон виготовлений на цементному в'язкому. Тому він продовжує набирати міцність ще тривалий час. Дослідження конструкцій пористих бетонів після експлуатації показали, що вони не тільки не придатні для подальшої експлуатації, але і незбільшені свою міцність в 3-4 рази в порівнянні з марочної. Введення комплексних добавок підвищує міцність бетону, знижує усадку при висиханні, підвищує водо- і морозостійкість, знижує рівноважну вологість і експлуатаційну теплопровідність.

Монолітний пінобетон - це пористий бетон, інших в'яжучих і

піноутворювача, а також при необхідності, мінеральних і полімерних наповнювачів і добавок, з використанням мобільних установок.

Гідротехнічний бетон - різновид важкого бетону, яку використовують при будівництві конструкцій споруд або їх фрагментів, періодично контактують з водним середовищем, або постійно знаходяться у воді.

Архітектурний бетон - будівельна суміш на основі цементно-піщаного складу з різними мінеральними і неорганічними добавками. Архітектурний бетон несе як опорну і конструктивне навантаження, так і виконує декоративно-прикладне завдання, що має художню та естетичну цінність.

Словосполучення: «полімер бетон», «акрил бетон», «арт бетон», «художній бетон», «декоративний бетон» є синонімами поняття архітектурний бетон. Термін «архітектурний бетон» сформувався в професійному середовищі архітекторів для позначення будівельного матеріалу, з якого можна створювати закінчені архітектурні об'єкти.

Фото каталітичні бетони - так назвали на честь хімічного процесу – фото каталізу, який протікає в структурі бетону під дією світла. А саме розкладання практично будь-яких зустрічаються на стінах якого споруди забруднень - пилу, плісняви, бактерій, часток вихлопних газів та інше. Фото каталітичні бетони є перспективним напрямком в будівництві, завдяки можливості ефективного вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря в містах і самоочищення фасадів будівель. Технологія виготовлення таких бетонів не відрізняється від звичайних бетонів і не вимагає додаткового обладнання. Фото каталітичні бетони можуть виявитися вигідним економічними рішенням щодо поліпшення якості життя в містах і підтримці здоров'я населення. Крім забруднення повітря у великих містах існують проблеми забруднення фасадів будівель. Фото каталітичні бетони можуть забезпечити не тільки зниження концентрації забруднюючих речовин в повітрі, але також сприяти самоочищення поверхонь, на яких вони застосовані. Ці будівельні матеріали вже кілька років використовуються при будівництві в Японії, Бельгії, Італії,

Франції, США.

Бетони на органічних заповнювачах Арболіт («дерево») - легкий бетон на основі цементного в'яжучого, органічних заповнювачів (до 80-90% обсягу) і хімічних добавок. Також відомий як деревобетон.

Слід відрізняти від «арболіт» - Так в кінці XIX століття називався конструкційний матеріал з шарів шпону, склеєних з перпендикулярним розташуванням волокон, тобто в нинішньому розумінні - фанера.

Не автоклавний газобетон або Лінія виробництва газобетону - це пористий газобетон, який твердне в природних умовах, тобто без надмірного тиску і впливу високої температури. Це будівельний матеріал, регламентований ГОСТ 25485-89. До складу не автоклавного газобетону входять: вода, цемент, пісок, пудра алюмінієва / паста алюмінієва, каустична сода, сульфат натрію Na2SO4. Як елемент використовується алюмінієва пудра / паста. Лінія виробництва газобетону може бути отриманий на приватному виробництві при наявності необхідного обладнання.

Полістирол бетон - різновид легкого бетону - являє собою композиційний матеріал, до складу якого входить портландцемент, пористий заповнювач - гранули спіненого полістиролу, вода. Завдяки поєднанню теплоізоляційного матеріалу, яким є полістирольні гранули та бетону в одному продукті вдалося отримати оптимальну комбінацію характеристик для будівельного матеріалу - стійкість до гниття, гідрофобність, найвищі показники несучих характеристик, теплоізоляції, вогнезахисту, звукопоглинання, морозостійкості і періодів замерзання / розморожування (термін експлуатації) .

Полістирол бетон застосовується в конструкціях каркасних будинків, несучих стінах і перегородках, як утеплювач стін, підлог, горищ, покрівлі, використовується для виробництва будівельних блоків і фасадних декоративних матеріалів утеплювачів панелей, рідкого розчину для заливки моноліту. Полістирол бетон має гарну конструкційної міцністю. Полістирол бетонні блоки поєднують в собі переваги бетону (міцність), деревини (легкість

обробки) і пінополістиролу (високі тепло і звукопоглинальні властивості). Полістирол бетон широко застосовується в якості будівельної термоізоляції (теплопровідність 0,055 - 0,145 Вт / (м • К). Полістирол бетон відповідає таким вимогам пожежної безпеки (по Будівельні норми і правила 21-01-97): група по горючості - Г1 (слабо горючі) [джерело не вказано 2801 день], група по займистості - В1 (волого займисті), група за димоутворювальною здатністю - Д1 (з малою димоутворювальною здатністю для щільності від D400 до D600) і Д2 (з помірною димоутворювальною здатністю для щільності від D200 до D350), група токсичності продуктів горіння - Т2 (небезпечні)

Костро бетон, легкий бетон, різновид арболіту з використанням в якості органічного наповнювача конопляної багаття. Виготовляється з суміші багаття, в'яжучого (як правило, цементу), мінерального наповнювача (піску) і води; для мінералізації багаття і прискорення затвердіння суміші в неї вводять хлористий кальцій, сірчанокислий глинозем спільно з вапном пушинка або інші добавки.

Об'ємна маса костро бетон від 400 до 700 кг / м³. Матеріал має низьку тепло і звукопровідність, зручний для обробки, не схильний до гниття, є несприятливим середовищем для гризунів і комах. Використовується для зведення внутрішніх перегородок в приміщеннях, а також для тепло і звукоізоляції. Основні виробники - Франція, Австралія, Ірландія, Німеччина та Україна.

Пемзобетону - легкий бетон, заповнювачем в якому служить пемза (природна, шлакова). За призначенням розрізняють пемзобетону: теплоізоляційний, застосовуваний в багатошарових конструкціях, конструктивні теплоізоляційний, який використовується в одношарових стінових панелях; конструктивний, призначений для несучих конструкцій будівель і споруд. Об'ємна маса пемзо бетон 500-1800 кг / м3, міцність при стисненні 0,5-30 Мн / м2, коефіцієнт теплопровідності 0,15-0,7 Вт / (м · К). У порівнянні зі звичайним (важким) бетоном пемзобетону характеризується меншим (приблизно в 2 рази) модулем пружності.

Фібропінобетон - являє собою міцний теплоізоляційний і конструкційний (λ = 0,065-0,175) газобетон щільністю 160-1200 кг / м3 складається з піщано-цементного розчину з незначним вмістом синтетичних волокон (фібри) і піноутворювача. На відміну від газобетону для виробництва фібропенобетона не використовується вапно, газо утворювач, наприклад, алюмінієва пудра; а також не потрібно пропарювання в автоклаві [уточнити]. Фібропенобетона за властивостями ідентичний бетонів природного твердіння, стійкий до більшості хімічних руйнуючих факторів. Фібропенобетона необхідно захищати від атмосферних опадів.

Однією з найважливіших складових бетонної суміші є пісок. Для приготування бетону краще використовувати природний пісок від середнього до великого. Безлічі піску і його співвідношення з крупним заповнювачем (щебінь або гравієм в важкому бетоні, керамзитом в легені) в складі бетонної суміші впливає на рухливість і кількість цементу. Чим дрібніше пісок, тим більше потрібно мінерального заповнювача і води. Найважливішим обмеженням при використанні природного піску обмеження на наявність в складі піску глини або глинистих частинок. На міцність бетону дрібні (глинисті) частки впливають дуже сильно. Навіть невелика їх частина виводиться призводить до істотного зниження міцності бетону.

Тому при відсутності природного піску без глинистих частинок наявний пісок поліпшується (збагачується) за допомогою наступних процедур: промивання піску; поділ піску на фракції в потоці води; виділення з піску потрібної фракції; змішування піску, наявного в зоні виконання робіт, з привізним високоякісним піском. Після збагачення і підготовки пісок повинен відповідати умовам, визначеним так званої стандартної областю просіювання. Зерновий склад, який визначається просіювання піску через сита з різними отворами, повинен полягати в область, показану на малюнку штрихами. Можна використовувати пісок з розмірами частинок з урахуванням і не заштрихованої області, але тільки для бетонів марки 150 та нижче міцного

бетону. Замість піску можна успішно використовувати відходи виробництва металургійної, енергетичної, гірничорудної, хімічної та інших галузей промисловості.

Бетонна суміш після приготування і укладання має бути якомога швидше ущільнена. У процесі ущільнення позбавляються від повітря в повітряних кишенях, а також перерозподіляють цементне молоко для щільного зіткнення з твердими фракціями бетону. Це призводить до підвищення міцності готового бетону. Для ущільнення використовується вібрація. При віброущільненням в монолітному будівництві використовують ручні вібратори , в блоковому – вібропрес. Температура затвердіння - від +5 ° С до +30 ° С. Ручний вібратор представлений на рисунку 2.1. Вібропрес на рисунку 2.2





Рисунок 2.1 - Ручний вібратор Рисунок 2.2 - Вібропрес

Найважливіші фізико-механічні властивості бетону: міцність, щільність, пластичність, водонепроникність і вогнестійкість. Міцність. Найбільш важливим показником механічних властивостей бетону є здатність його чинити опір руйнуванню від впливу навантажень, збільшення яких дозволяється до певної межі. Для оцінки міцності бетону на стиск приймається його марка. Під маркою бетону розуміють межа міцності при стисканні зразків, виготовлених у вигляді кубів розмірами 20х20х20 см, які тверднуть протягом 28 діб. Межа міцності виражається в кг / см2.СНіП встановлюють такі марки: а) для звичайних бетонів: 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 і 600; б) для

легких бетонів: 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200 і 300. Міцність бетону залежить від активності цементу, якості піску, щебінь або гравію, води, а також від умов перемішування, транспортування, укладення, твердіння і віку бетону.

Щільність. Бетон не можна назвати абсолютно щільним матеріалом, оскільки в ньому завжди є повітряні пори, що утворилися в результаті випаровування води або проникнення в бетонну суміш повітря. Тому під щільністю слід розуміти міру заповнення обсягу бетону твердою речовиною. Наприклад, щільність бетону 0,95 означає, що 95% обсягу складають тверді матеріали, що входять до нього, а 5% - пори. Для отримання щільного бетону хочуть, щоб кількість води в суміші була бути маленькою і щоб зерна заповнювачів мали різну величину, що сприяє зменшенню кількості пустот. Пластичність. Характеризується рухливістю бетонної суміші, при укладанні повинна добре заповнити всі вигини конструкцій без раковин і пустот. Бетон буває жорсткий, пластичний і литий. Якість пластичних бетонних сумішей оцінюють за допомогою приладу, називається стандартним конусом. Прилад являє собою металеву формі яка не має дно у вигляді усіченого конуса висотою 30 см з діаметром верхнього підстави 10 см і нижнього 20 см Водопроникність.

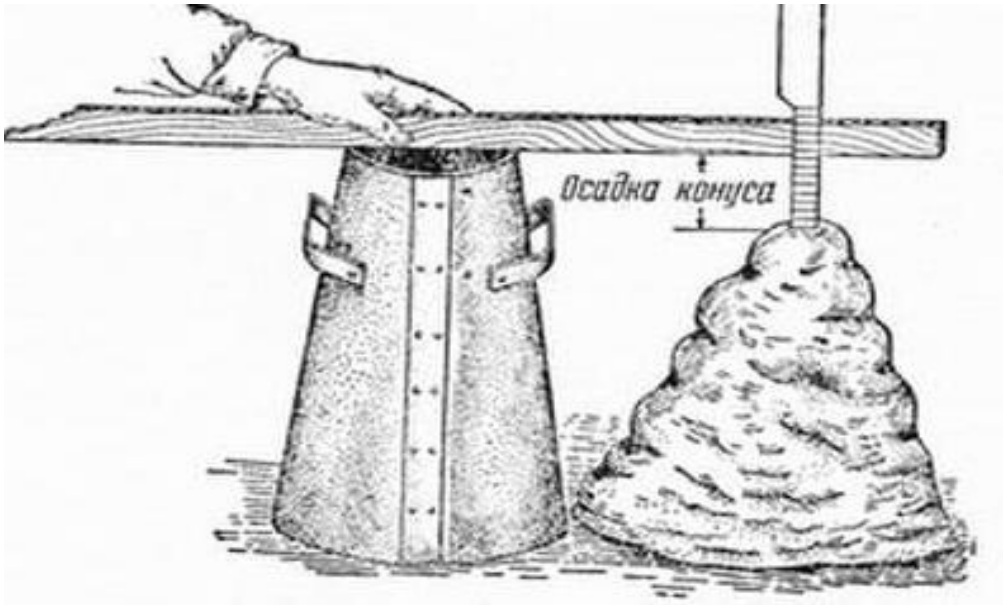


Рисунок 2.3 - Стандартний конус

Міра водопроникності характеризується величиною найбільшого тиску води, при якому остання просочується через бетонний зразок. Водопроникність бетону залежати від його щільності і структури, величини напору води, віку бетону та умов тверднення. Водопроникність бетону повинна і може бути ще більше знижена за рахунок підбору цементу, наповнювачів і добавок. Вогнестійкість. Вогнестійкість бетону називають здатність його чинити опір руйнуванню від дії високої температури. Споруди з бетону витримують нормальну експлуатацію при температурі до 250 ° С

Усадка бетону. При твердінні на повітрі бетон зменшується в об'ємі, т. Е Дає усадку. Зовні усадка відбувається швидше, ніж усередині, в результаті чого з'являються тріщини. Величина усадки зазвичай не перевищує 0,15 мм на 1 м. Правильно підібравши склад бетону, можна значно зменшити величини усадкам або зовсім не допустити їх. При твердінні бетонної суміші виділяється тепло (екзотермія бетону). У спорудах можна спостерігати тривале підвищення температури бетону навіть при низькій температурі повітря, що дозволяє виробляти бетонування масивних конструкцій без обігріву в зимових умовах.

Застосування добавок дозволяє істотно впливати на суміші, бетони і розчини надаючи їм специфічні властивості. ГОСТ 24211-2008 пропонує наступну класифікацію добавок:

Добавки, що регулюють властивості бетонних і розчинних сумішей:

- пластифіковані добавки підвищують рухливість бетонної суміші, тим самим дозволяючи отримати задану консистенцію при меншій витраті води;

- повітря утягуючи добавки дозволяють отримати високо рухливі суміші з низьким водо змістом, отже, з відносно невеликим обсягом цементного каменю;

- стабілізуючі добавки забезпечують збереження консистенції, тим самим запобігаючи розшарування суміші при укладанні і ущільненні;

Добавки регулюють збереженість рухливості суміші затребувані в жарку пору року, при необхідності тривалого транспортування суміші;

Добавки збільшують повітря (газо) зміст суміші або повітря утягуючи добавки підвищують морозостійкість, водонепроникність і стійкість до корозії, але кілька знижують міцність майбутньої конструкції;

Добавки, що регулюють властивості бетонів і розчинів:

- регулюють кінетику твердіння бетону:

- сповільнювачі застосовують, коли виникає необхідність збільшити час до початку схоплювання бетонної суміші в разі тривалого транспортування;

- прискорювачі скорочують час твердіння бетону;

- підвищують міцність бетону - добавки цього типу збільшують стійкість бетону до стирання, ударів і розколювання;

- знижують проникність - речовини, що підвищують щільність структури бетону;

- добавки підвищують захисні властивості по відношенню до сталевої арматури застосовують для запобігання корозії при безпосередньому контакті бетону з арматурою в залізобетонних конструкціях;

- добавки підвищують морозостійкість збільшують кількість циклів замерзання і відтавання бетону без втрати міцності властивостей;

- добавки підвищують корозійну стійкість бетону в умовах середовища, що викликає погіршення властивостей матеріалу;

- розширюють добавки застосовують з метою компенсувати усадку бетону в процесі експлуатації конструкції;

Добавки, що надають бетонів та розчинів спеціальні властивості:

- проти морозні добавки при розчиненні у воді сильно знижують температуру замерзання суміші, запобігаючи її замерзання при транспортуванні, а також перешкоджають промерзання свіже укладеного бетону в холодну пору року;

-гідрофобізуючі добавки надають стінок пір бетону водовідштовхувальні властивості, збільшуючи водонепроникність бетону, а також перешкоджає виникненню капілярного ефекту;

- фотокаталітичні добавки надають бетону властивості самоочищатися, в результаті такої реакції відбувається розкладання практично будь-яких зустрічаються на стінах якого споруди забруднень - пилу, плісняви, бактерій, часток вихлопних газів і т. д

Мінеральні добавки до бетону:

- тип I - активні мінеральні:
- володіють терпкими властивостями;
- володіють пуцолановою активністю;

Які мають одночасно терпкими властивостями і пуцолановою активністю.

Згідно ГОСТ 7473-2010 «Суміші бетонні. Технічні умови», позначення бетонної суміші повинно складатися з:

- типу бетонної суміші (скорого позначення);
- класу по міцності;
- марки за легкоукладальність,

При необхідності, марки морозостійкості, марки водонепроникності, середньої щільності (для легкого бетону);

- позначення стандарту.

Наприклад, готова до застосування бетонна суміш важкого бетону класу по міцності на стиск В25, марки за легкоукладальність П3, морозостійкості F200 і водонепроникності W6 повинна позначатися як БСТ В25 П3 F200 W6 ГОСТ 7473-2010.

У комерційній практиці прийнято також виділяти в окрему категорію високоміцні спеціальні бетони ВС і бетони із застосуванням щебінь дрібної фракції СМ (т. Зв. «Насіння»).

Гідроізоляційну захист бетону підрозділяють на первинну і вторинну. До первинної відносять заходи, що забезпечують непроникність конструкційного матеріалу споруди. До вторинної - додаткове покриття поверхонь конструкцій

гідроізоляційними матеріалами (мембранами) з боку безпосереднього впливу агресивного середовища.

Заходи первинної захисту передбачають використання матеріалів, що мають підвищену корозійну стійкість в агресивному середовищі, а також забезпечують низьку проникність бетону. До заходів первинної захисту відносяться також питання вибору раціональних геометричних обрисів і форм конструкцій, призначення категорій тріщиностійкості і гранично допустимої ширині розкриття тріщини , розгляд поєднання навантажень і визначення нетривалого розкриття тріщини, призначення товщини захисного шару бетону з урахуванням його непроникності. Також до первинного захисту можна віднести застосування інтегральних капілярних матеріалів - гідроізоляція будівельними сумішами проникаючої дії. При цьому ущільнюючи структуру бетону і відбувається збільшення водонепроникності, морозостійкості, міцності на стиск і корозійної стійкості на весь термін служби.

Завдання вторинної захисту - не допустити або обмежити можливість контакту агресивного середовища і бетону. Як вторинного захисту використовують знепилюючі просочення, тонкошарові покриття, наливні підлоги і високо наповнені покриття. Найчастіше в якості сполучного матеріалу при виробництві полімерних складів застосовуються епоксидні, поліуретанові і поліефірні компоненти. Механізм захисту бетонної основи полягає в ущільненні поверхневого шару та ізоляції поверхні.

2.2 Загальні технічні вимоги

Вироби повинні виготовлятися відповідно до вимог поширюються на них стандартів по робочої і технологічної документації. Бетонні суміші для виготовлення виробів повинні відповідати нормативним вимогам.

При відсутності стандартів, що поширюються на вироби конкретних видів, як документ, що містить встановлені значення характеристик виробів, що виготовляються, слід використовувати технічні умови або робочу документацію.

Вироби повинні відповідати вимогам по міцності, жорсткості і тріщиностійкості, встановленим в робочій документації. При постановці на виробництво оцінку міцності, жорсткості і тріщиностійкості виробів проводять за результатами випробувань навантаженням, а при серійному виробництві - періодично неруйнівними методами. Випробування слід проводити відповідно до ГОСТ 8829.

При випробуваннях неруйнівними методами вироби повинні вважатися придатними за міцністю, жорсткості та тріщиностійкості за умови їх відповідності встановленим в робочій документації непрямими показниками.

У випадках, передбачених в стандартах і робочої документації, вироби повинні відповідати вимогам до параметрів, що визначає їх огороджувальні властивості (опору теплопередачі, звукоізоляції). Оцінку відповідних параметрів проводять за результатами стандартних випробувань, проведених на стадії розробки виробів, або при постановці їх на виробництво. При серійному виробництві оцінку відповідних властивостей виробів проводять за характеристиками бетону і матеріалу небетонних шарів виробів.

Вид, якість і товщина антикорозійного покриття поверхонь виробів повинні відповідати передбаченим в робочій документації. У випадках, передбачених в стандартах або робочої документації на вироби конкретних видів, антикорозійні покриття повинні відповідати вимогам адгезії до бетонної поверхні та паропроникності.

Клас пожежної небезпеки і межа вогнестійкості виробів повинні відповідати встановленим в необхідних випадках в стандарті або робочої документації з урахуванням призначення і передбачувану області застосування виробів. Зазначені в робочій документації характеристики повинні бути

підтверджені розрахунком або натурними випробуваннями при постановці цих виробів на виробництво.

Не допускається зміна на підприємстві-виробнику виду бетону, класів і діаметрів робочої арматури, товщини захисного шару бетону до арматури, матеріалу небетонного шару, яке може привести до зміни показників властивостей вироби, передбачених у відповідному стандарті або робочої документації, без узгодження з проектною організацією - автором проекту.

Фактичні відхилення геометричних параметрів від проектних не повинні перевищувати граничних значень, встановлених в стандартах або робочої документації на вироби конкретних видів.

Значення граничних відхилень слід приймати в залежності від значень допусків для відповідних класів точності геометричних параметрів по ГОСТ 21779. Рекомендовані класи точності геометричних параметрів наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Рекомендовані класи точності геометричних параметрів

Види відхилення геометричного параметра	Геометричний параметр	Клас точності, см
Відхилення лінійного розміру	Довжина, ширина, висота, товщина, або діаметр вироби, розміри і положення виступів, виїмок, отворів, прорізів.	Від 5 до 8
Відхилення від прямолінійності	Прямолінійність реального профілю поверхні виробу в будь-якому перетині -на заданій довжині -на всій довжині	Від 1 до 3
Відхилення від площини	Площина поверхні виробу щодо: - прилеглої площині -умовні площини	Від 1 до 3
Відхилення від перпендикулярності	Перпендикулярність суміжних поверхонь вироби	Від 1 до 3
Відхилення від рівності діагоналей (для великорозмірних виробів)	Різниця довжин діагоналей	3 або 4
Вибирають для кожного конкретного виду бетону		

Бетонні поверхні виробів конкретних видів повинні відповідати вимогам, встановленим у стандартах або робочої документації на ці вироби. При цьому вказують категорію поверхні відповідно до вимог цього стандарту або граничні розміри раковин, місцевих напливів, западин, уламків ребра.

Характеристики бетонних поверхонь різних категорій і способи їх

отримання наведені в додатку В.

У бетоні виробів не допускаються тріщини, за винятком поперечних тріщини від обтискання бетону в попередньо напружених залізобетонних виробах, ширина яких не повинна перевищувати значень, встановлених стандартами на вироби конкретних видів, а також усадочних і інших поверхневих технологічних тріщини, які повинні бути не більше, мм: - 0,1 - у виробах з важкого бетону, що піддаються поперемінному заморожування і відтавання у водо насиченого стану або в умовах епізодичного водо насичення; в попередньо напружених залізобетонних виробах з важкого і легкого бетону; в колонах і стійка з важкого і легкого бетону; - 0,2 - в інших видах виробів з важкого, легкого і комірчастого бетонів.

На поверхні виробів не допускається оголення робочої і конструкційної арматури, за винятком арматурних випусків, передбачених робочими кресленнями. Кінці напруженої арматури не повинні виступати за торцеві поверхні виробів більш ніж на 10 мм, за винятком випадків, обумовлених в робочих кресленнях.

Відкриті поверхні сталевих закладних деталей, випуски арматури, монтажні петлі і стропування отворів повинні бути очищені від напливів бетону або розчину. На лицьових поверхнях виробів не допускаються жирові і іржаві плями.

Якість рельєфних, шорсткуватих, зернистих, шліфованих, глянцевих поверхонь, поверхонь з оголенням наповнювачів або облицьованих плиткою та інших поверхонь, що не підлягають подальшій обробці (фарбуванню, обклеювання, облицювання.) на будівельному майданчику, повинно відповідати еталону обробки (у вигляді поверхні цілого виробу або його фрагмента), затвердженим підприємством - виробником товару за погодженням із замовником, а в передбачених місцевим законодавством випадках - також з органами архітектури і будівництва. Для поверхонь, що підлягають подальшій обробці на будівельному майданчику, еталони обробки не розробляють.

Номінальні значення характеристик властивостей бетону виробів (класи, марки та інші показники), що встановлюються в стандартах і робочої документації, повинні відповідати передбаченим в наступних стандартах: ГОСТ 26633 - для важкого і дрібнозернистого бетону, ГОСТ 25820 - для легких бетонів, ГОСТ 25485 - для пористих бетонів, ГОСТ 25214 - для щільного силікатного бетону, ГОСТ 20910 - для жаростійкого бетону, ГОСТ 25246 - для хімічно стійкого бетону. Правила підбору складу бетону приймають по ГОСТ 27006.

Для армованих виробів клас бетону по міцності на стиск слід приймати не нижче:

- В15 - для залізобетонних виробів без попередньо напруженої арматури:

- В20 - для залізобетонних попередньо напружених виробів.

Фактична міцність бетону (у проектному віці, передавальна, відпускна) повинна відповідати необхідної міцності, що призначається за ГОСТ 18105 залежно від нормованої міцності, зазначеної в стандарті (технічних умов) або робочої документації, і показниками фактичної однорідності міцності бетону.

Значення нормованої відпускної міцності бетону конкретних виробів слід встановлювати на основі розрахунку з урахуванням технології їх виготовлення, умов їх транспортування, зберігання і монтажу, можливості подальшого наростання міцності бетону виробів в конструкціях і термінів їхнього завантаження розрахунковим навантаженням.

Значення нормованої відпускної міцності бетону на стиск слід приймати у відсотках від класу бетону по міцності на стиск, не менше:

- 50 - для виробів з бетону класів В15 і вище;

- 70 - для виробів з бетону класів В 12,5 і нижче;

- 100 - для виробів з бетонів автоклавного твердіння.

Нормовану відпускну міцність бетону вказують в стандартах, технічних умовах, робочої документації та при замовленні виробів.

Постачання виробів споживачеві повинна проводитися після досягнення

бетоном необхідної відпускної міцності.

Виробник повинен гарантувати, що бетон виробів, що поставляються з відпускної міцністю бетону нижче міцності, яка відповідає його класу по міцності, досягне необхідної міцності в проектному віці за умови його твердіння в нормальних умовах по ГОСТ 10180.

Фактична середня щільність легкого і пористого бетонів не повинна перевищувати необхідну за ГОСТ 27005.

Відпускна вологість легкого бетону (крім бетону на спученому перлітовому піску або золі) виробів для зовнішніх огороджувальних конструкцій при відпустці їх споживачеві не повинна перевищувати:

- 13% - для житлових і громадських будівель і споруд та для адміністративно-побутових будівель промислових підприємств;

- 15% - для виробничих будівель.

Відпускна вологість бетону на спученому перлітовому піску або золі не повинна перевищувати:

- 15% - для житлових і громадських будівель і споруд та для адміністративно-побутових будівель промислових підприємств;

- 18% - для виробничих будівель.

Вологість ніздрюватого бетону при відпустці виробів споживачеві не повинна перевищувати 25% для бетону на основі піску і 35% - для бетону на основі золи та інших відходів виробництва.

Теплопровідність (коефіцієнт теплопровідності) бетону виробів для зовнішніх огороджувальних конструкцій (у висушеному до постійної маси стані) не повинна перевищувати значень, встановлених в робочій документації відповідно до вимог стандартів на бетони цих видів.

Паро проникність бетонів в виробах не повинна перевищувати значень, встановлених в стандарті або робочої документації на ці вироби.

Морозостійкість і водонепроникність бетону виробів повинні відповідати маркам по морозостійкості і водонепроникності, встановленим в робочій

документації на конкретну будівлю або споруду і зазначеним при замовленні на виготовлення виробів.

Стиранність бетону повинна відповідати марці за стиранням, встановленої стандартом або технічними умовами на вироби конкретних видів, і бути не більше:

G1 - (0,7 г / см ГОСТ 13015-2012 Вироби бетонні та залізобетонні для будівництва. Загальні технічні вимоги. Правила приймання, маркування, транспортування і зберігання (Перевидання)) - у виробах для конструкцій, що працюють в умовах підвищеної інтенсивності руху (плити дорожніх і аеродромних покриттів, плити тротуарів на магістральних проїздах і т.п.);

G2 - (0,8 г / см ГОСТ 13015-2012 Вироби бетонні та залізобетонні для будівництва. Загальні технічні вимоги. Правила приймання, маркування, транспортування і зберігання (Перевидання)) - у виробах для конструкцій, що працюють в умовах середньої інтенсивності руху (елементи сходів громадських і виробничих будівель та споруд, плити для підлог в підземних переходах та інше);

G3 - (0,9 г / см ГОСТ 13015-2012 Вироби бетонні та залізобетонні для будівництва. Загальні технічні вимоги. Правила приймання, маркування, транспортування і зберігання (Перевидання)) - у виробах для конструкцій, що працюють в умовах малої інтенсивності руху (елементи сходів житлових будинків, плити для покриттів доріг і тротуарів у квартальних проїздах)

Положення арматури, арматурних виробів, закладних деталей і монтажних петель у виробах повинна відповідати проектній.

Мінімальні значення товщини захисного шару бетону до робочої арматури (в тому числі арматури, розташованої у внутрішніх граней порожніх елементів кільцевого або перетину) слід приймати за таблицею 6.2

Таблиця 2.3 - Товщина захисного шару бетону

Умови експлуатації конструкцій будівель	Товщина захисного шару бетону, мм, не менше
У закритих приміщеннях при нормальній і зниженій вологості	15
У закритих приміщеннях при підвищеній вологості (при відсутності додаткових захисних заходів)	20
На відкритому повітрі (при відсутності додаткових захисних заходів)	25
У ґрунті (при відсутності додаткових захисних заходів), в фундаментах при наявності бетонної підготовки	35

Граничні значення фактичних відхилень товщини захисного шару бетону до робочої арматури не повинні перевищувати наведених у таблиці 6.3 Позитивні значення граничних відхилень можуть бути прийняті ГОСТ 13015-2012 Вироби бетонні та залізобетонні для будівництва. Загальні технічні вимоги. Правила приймання, маркування, транспортування і зберігання (Перевидання), ніж за таблицею 3, якщо це не призводить до зниження необхідної несучої здатності виробів.

Всі відповідні конструкційні властивості вироби повинні розглядатися як в граничному стані за міцністю, так і в граничному стані по експлуатаційної придатності.

Таблиця 2.4 - Граничні відхилення по товщині захисного шару у міліметрах

Номінальна товщина захисного шару бетону до поверхні стрижня	Номінальна товщина захисних кулі бетону до поверхні Стрижня			
	До 100	101 - 200	201 - 300	300
Від 10 до 14	+4	+5	+6	-
14 – 19	+ 4; -3	+8; -3	+10; -3	+15; -5
19	-5	+8; -5	+10; -5	+10; -5

Граничні значення відхилень заставних деталей від проектного положення повинні вказуватися в стандартах, технічних умовах і робочої документації на вироби конкретних видів з урахуванням умов сполучення виробів в конструкціях будівель і споруд. Граничні значення відхилень заставних деталей, поверхня яких в проектному положенні збігається з площиною бетонної поверхні виробу, рекомендується приймати не більше наступних значень:

- відхилення відстані від заставної деталі до характерної точки поверхні виробу (відхилення від проектного положення в площині вироби) - 10 мм для заставної деталі, розмір якої в цій площині перевищує 100 мм, і 5 мм для заставної деталі, розмір якої в цій площині менше 100 мм;

- відхилення поверхні заставної деталі від площини бетонної поверхні виробу (відхилення положення "з площини") - 3 мм.

В'язкі, наповнювачі, вода і добавки для бетонів різних видів, застосовуваних для виготовлення виробів, повинні відповідати вимогам стандартів.

Матеріали для небетонних шарів шаруватих виробів, оздоблювальних покриттів і облицювань і для антикорозійного покриття, а також комплектуючі вироби повинні відповідати вимогам поширюються на них стандартів і

технічних умов.

Арматура і заставні вироби повинні бути виготовлені із сталі класів і марок, зазначених у стандартах, технічних умовах і робочої документації на конкретні залізобетонні вироби.

Для залізобетонних конструкцій без попереднього напруження арматури слід переважно застосовувати робочу арматуру періодичного профілю класів А400, А500 і А600, а також арматуру класів В500 і Вр500 в зварних сітках і каркасах.

Для поперечного і непрямого армування слід застосовувати гладку арматуру класу А240 зі сталі марок Ст3сп і Ст3пс (з категоріями нормованих показників не нижче 2 по ГОСТ 535), а також арматуру періодичного профілю класів А400, А500, В500 і Вр500.

Для попередньо напружених залізобетонних виробів слід передбачати:

як напружену арматуру:

- гарячекатану і термомеханічну зміцнену періодичного профілю класів А600, А800 і А1000,

- холоднодеформовану періодичного профілю класів від Вр1200 до Вр1600,

- канатну 7-дротяну (К7) класів К1400, К1500, К1600, К1700;

- гарячекатану гладку класу А240,

-гарячекатану, термомеханічну зміцнену і холоднодеформовану періодичного профілю класів А400, А500, А600, В500 і Вр500.

При виборі виду і марок сталі для арматури, а також прокатних сталей для закладних деталей слід враховувати температурні умови експлуатації конструкцій і характер їх навантаження.

У конструкціях, що експлуатуються при статичної навантаженні в опалювальних будівлях, а також на відкритому повітрі і в неопалюваних будинках при розрахунковій температурі мінус 40 ° С і вище може бути застосована арматура всіх вищевказаних класів, за винятком арматури класу

А400 зі сталі марки 35ГС , класу А240 зі сталі марки Ст3кп, що застосовуються при розрахунковій температурі мінус 30 ° С і вище.

При розрахунковій температурі нижче мінус 55 ° С рекомендується використовувати арматуру класів Ас500С по і А600 зі сталі марки 20Г2СФБА.

Для монтажних (підйомних) петель елементів збірних бетонних та залізобетонних виробів слід застосовувати гарячекатану арматурну сталь класу А240 марок Ст3сп і Ст3пс (з категоріями нормованих показників не нижче 2 по ГОСТ 535).

У разі якщо монтаж конструкцій можливий при розрахунковій зимовій температурі нижче мінус 40 ° С, для монтажних петель не допускається застосовувати сталь марки Ст3пс.

2.3 Експлуатаційні властивості, правила маркування, транспортування і зберігання бетону

Основний показник, яким характеризується бетон - міцність на стиск. По ній встановлюється клас бетону. Міцність на стискання зображено на рисунку 2.4



Рисунок 2.4 - Перевірка бетону на міцність

Клас бетону В- це міцність в МПа, прийнята з гарантованою забезпеченістю (довірчою ймовірністю) 0,95. Це значить, що встановлена класом властивість забезпечується не менш ніж в 95 випадках з 100 і лише в п'яти випадках можна чекати його не виконаним.

Згідно ГОСТ 2.03.01-84 «Бетонні і залізобетонні конструкції», клас позначається латинською буквою «В» і цифрами, що показують витримується тиск в (МПа. Наприклад, позначення В25 означає, що стандартні кубики (150 × 150 × 150 мм), виготовлені з бетону даного класу, в 95% випадків витримують тиск 25 МПа. Для розрахунку показника міцності необхідно враховувати і коефіцієнти, наприклад, для бетону класу В25 по міцності на стиск нормативне опір Rbn, що застосовується в розрахунках, складає 18,5 МПа, а розрахунковий опір Rb - 14,5 МПа.

Вік бетону, який відповідає його класу по міцності на стиск і осьовий розтяг, призначається при проектуванні, виходячи з можливих реальних термінів завантаження конструкції проектними навантаженнями, способу зведення, умов твердіння бетону. При відсутності цих даних клас бетону встановлюється у віці 28 діб.

Поряд з класами, міцність бетону також задається марками, що позначаються латинською літерою «М» і цифрами від 50 до 1000, які дають зрозуміти межа міцності на стиск в кг / см². ГОСТ 26633-91 «Бетони важкі і дрібнозернисті. Технічні умови »встановлює наступне відповідність між марками і класами при коефіцієнті варіації міцності бетону 13,5% вказана в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 - Відповідність між марками і класами

Клас бетону по міцності	Найближча марка бетону по міцності	Клас бетону по міцності	Найближча марка бетону по міцності
В3,5	М50	В35	М450
В5	М75	В40	М550
В7,5	М100	В45	М600
В10	М150	В50	М700
В12,5	М150	В55	М750
В15	М200	В60	М800
В20	М250	В65	М900
В22,5	М300	В70	М900
В25	М350	В75	М1000
В27,5	М350	В80	М1000
В30	М400		

Бетони розрізняють за щільністю як вказано в таблиці 2.6

Таблиця 2.6- Щільність бетону

Вид бетону	Щільність, кг / куб. м
Особливо важкі	Більше 2500
Важкі	1800-2500
Легкі	500-1800
Особливо легкі	Менше 500

До моменту випробувань зразки бетону повинні зберігатися в камерах нормального твердіння, перевірка міцності готової конструкції може здійснюватися випробуваннями без за допомогою молотків Кашкарова, Фізделя або Шмідта, склерометри різних конструкцій, ультразвукових приладів та

інших.

Згідно ГОСТ 7473-2010 «Суміші бетонні. Технічні умови », за легкоукладальність (позначається літерою« П ») розрізняють бетони:

- наджорстке (жорсткість більше 50 секунд);
- жорсткі (жорсткість від 5 до 50 секунд);
- рухливі (жорсткість менше 4 секунд, підрозділяються по осаді конуса).

ГОСТ встановлює наступні позначення бетонних сумішей за Марка за легкоукладальність представлена в таблиці 2.7

Таблиця 2.7- Марки за легкоукладальність .

Марка по легкоукладальність	Норма по жорсткості, с	Осадка конуса, см
Наджорсткі суміші		
СЖ3	Більше 100	-
СЖ2	51—100	-
СЖ1	менше 50	-
Жорсткі суміші		
Ж4	31—60	-
Ж3	21—30	-
Ж2	11—20	-
Ж1	5—10	-
Рухливі суміші		
П1	4 і менше	1—4
П2	-	5—9
П3	-	10—15
П4	-	16—20
П5	-	21 і більше

Маркування виробів повинна проводитися відповідно до вимог цього стандарту. У стандартах, технічних умовах і робочої документації на вироби конкретних видів ці вимоги можуть бути конкретизовані і, при необхідності, доповнені.

На вироби слід наносити маркувальні написи і монтажні знаки, передбачені в розповсюджуються на них стандартах, технічних умовах або робочої документації, з урахуванням викладених нижче загальних правил.

Маркувальні написи повинні містити:

- марку вироби;
- товарний знак або коротке найменування підприємства-виробника;
- штамп технічного контролю.

Інформаційні написи повинні містити:

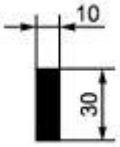
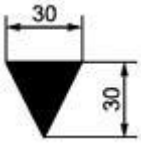
- дату виготовлення виробу;
- значення маси виробу (для виробів, маса яких перевищує 0,8 т).

Монтажні знаки повинні вказувати:

- місце стропування вироби;
- місце центра ваги (при необхідності);
- верх вироби;
- місце обпирання вироби;
- установчі ризики на виробі.

Зображення, найменування і призначення монтажних знаків повинні відповідати зазначеним у таблиці 2.8

Таблиця 2.8 - Монтажні знаки

Зображення знаку	Найменування і призначення знаку
	Місце стропування. Призначення знаку та його розміри по ГОСТ 14192
	Верх вироби. Призначення знаку та його розміри по ГОСТ 14192
	Установча ризику. Знак служить орієнтиром для контролю установки вироби та проектного положення при монтажі
	Місце спирання Знак визначає місце обпирання на підкладку або прокладку при зберіганні і транспортуванні вироби

У стандартах, технічних умовах і робочої документації на вироби конкретних видів допускається передбачати застосування маркувальних написів і знаків.

Написи і знаки повинні бути нанесені на кожне виріб, що постачається споживачу, в місці, встановленому стандартом, технічними умовами чи робочою документацією на ці вироби.

Маркування тротуарних і фасадних плит, бортових каменів і інших дрібно штучних виробів допускається наносити тільки на 10% виробів кожної партії, при цьому допускається наносити окремі маркувальні написи з числа зазначених відповідно до вимог стандарту, технічних умов або робочої документації на ці вироби.

Маркувальні написи і монтажні знаки на виробі повинні бути видимими при зберіганні і монтажі цих виробів.

Не допускається наносити написи і знаки на оброблені або призначені під фарбування лицьові поверхні виробів, за винятком випадків, обумовлених стандартами, технічними умовами або робочої документації на ці вироби.

Маркування виробів слід проводити одним з наступних способів:

- забарвленням за трафаретом;
- забарвленням за допомогою штампів;
- маркувальними машинами;
- штампуванням при формуванні виробів.

Допускається наносити маркувальні написи від руки спеціальним олівцем по неостиглої після теплової обробки бетонної поверхні виробу або фарбою.

Маркувальні написи і знаки повинні бути темного кольору (чорного, темно-коричневого, темно-зеленого і ін.).

Фарби, що застосовуються для маркування виробів, повинні бути водостійкими, швидковисихаюча, світлостійкими, стійкими до впливу низьких температур (для районів Крайньої Півночі), міцними на стирання і розмазування.

Марка вироби повинна відповідати встановленій робочими кресленнями. При використанні робочих креслень типових виробів за узгодженням виготовлювача зі споживачем на вироби можуть наноситися скорочені умовні позначення, прийняті в проекті конкретного будинку чи споруди.

Товарний знак або коротке найменування підприємства-виготовлювача повинні відповідати зареєстрованому в установленому порядку.

Дату виготовлення виробу слід наносити одним рядком в наступній послідовності: рік, місяць, день місяця. Допускається після дати виготовлення вказувати номер зміни.

День місяця і місяць слід записувати двома цифрами, рік - двома останніми цифрами позначення року. Елементи позначення дати поділяють точками, а позначення дати і номера зміни - тире. Наприклад, дату 9 серпня 2011 року і другу зміну позначають: 11.08.09-2.

Транспортування і зберігання виробів

У стандартах, технічних умовах і робочої документації на вироби конкретних видів ці вимоги можуть бути конкретизовані і, при необхідності, доповнені.

Загальні правила

Вироби при транспортуванні і зберіганні слід укладати (встановлювати) способом (в штабелі, касети, контейнери та ін.), Зазначеним в стандарті, технічних умовах або проектної документації на ці вироби.

Навантаження, транспортування, розвантаження та зберігання виробів слід проводити, дотримуючись заходів, що виключають можливість їх пошкодження.

При вантажно-розвантажувальних роботах не допускається:

- розвантажувати вироби з вільним їх падінням;

- переміщати вироби волоком, без катків і прокладок, а вироби круглого перетину перекочувати вільно (без гальмування) по похилій площині.

Підйом, навантаження і розвантаження виробів слід проводити підйомними машинами за допомогою інвентарних або спеціальних траверс або стропів відповідно до схем стропування, наведені в робочій документації на ці вироби.

Вироби при транспортуванні і зберіганні слід спирати на інвентарні підкладки або опори іншого типу, а між рядами виробів в штабелі - на інвентарні прокладки прямокутного або трапецеїдального поперечного перерізу з дерева або інших матеріалів.

Товщина підкладок і прокладок повинна відповідати зазначеній в стандарті, технічних умовах або робочої документації на вироби. При відсутності в документації вказівок цю товщину рекомендується приймати з таким розрахунком, щоб вона перевищувала максимальний проектний прогин вироби та (або) розмір деталей і монтажних петель не менше ніж на 20 мм. Товщину підкладок і прокладок рекомендується приймати не менше 30 мм.

Для виробів круглого поперечного перерізу підкладки і прокладки повинні мати упори проти розкочування.

При укладанні виробів у штабелі підкладки і прокладки по висоті штабеля слід розташовувати одну над іншою. У штабель слід укладати вироби одного типорозміру.

Розташування підкладок і прокладок по відношенню до торців виробів повинно відповідати встановленим стандартом, технічними умовами чи робочою документацією на ці вироби.

У стандартах, технічних умовах і робочої документації в залежності від форми, розмірів і способів укладання виробів допускається передбачати зберігання виробів без прокладок.

Вироби або окремі їх елементи, показники якості яких можуть погіршуватися при попаданні атмосферної вологи, повинні бути захищені від зволоження на період транспортування і зберігання.

Транспортування виробів

Транспортування підлягають тільки ті вироби, міцність бетону яких досягла необхідної відпускної міцності.

Транспортування виробів автомобільним, залізничним і водним транспортом слід проводити відповідно до чинних на цих видах транспорту правил, затверджених в установленому порядку.

Порядок укладання (установки) перевозяться виробів на вантажну платформу повинен забезпечувати рівномірний розподіл навантаження щодо поздовжньої осі симетрії і щодо осей коліс вантажних платформ транспортних засобів.

Транспортування довгомірних або великогабаритних виробів (ферм, балок, панелей і ін.) автодорожнім транспортом слід проводити на спеціальних автотранспортних засобах: панелевозах і інші обладнаних кріпильними і опорними пристроями, які забезпечують збереження виробів і безпеку руху.

Транспортування виробів слід проводити, як правило, з урахуванням

можливості їх монтажу безпосередньо з транспортних засобів.

Висоту штабеля виробів при їх транспортуванні встановлюють залежно від вантажопідйомності транспортних засобів і допускаються габаритів навантаження, але не більше висоти штабеля виробів конкретних видів при їх зберіганні, зазначеної в стандарті або робочої документації на ці вироби.

Зазори між виробами і бортами вантажної платформи повинні бути не менше 150 мм.

Кріплення виробів на транспортному засобі повинно виключати поздовжнє і поперечне зміщення виробів, а також їх взаємне зіткнення і тертя в процесі перевезення.

Спосіб кріплення виробів на транспортному засобі повинен встановлюватися в робочій документації з урахуванням правил, що діють для конкретних транспортних засобів.

Зберігання виробів

Вироби слід зберігати на спеціально обладнаних складах розсортованими за видами і марками.

Майданчик складу повинна мати щільну, вирівняну поверхню з невеликим ухилом для водовідведення.

Вироби слід укладати (встановлювати) на складі так, щоб було видно маркувальні написи і знаки, а також забезпечена можливість захоплення кожного окремо стоїть вироби (або верхнього вироби в штабелі), контейнера або пакета краном і вільного підйому для навантаження на транспортні засоби .

Висота штабеля виробів повинна бути не більше встановленої стандартом, технічними умовами чи робочою документацією на ці вироби.

Розміри проходів і проїздів між штабелями або окремими виробами на складі повинні відповідати вимогам безпеки, встановленим у діючих будівельних нормах і правилах.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ БЕТОНУ

3.1 Контроль якості бетона та бетонної суміші

Контроль і оцінку міцності бетону на підприємствах і в організаціях, які виробляють БСГ(бетонна суміш готова) збірні, збірно-монолітні та монолітні бетонні та залізобетонні конструкції, слід проводити статистичними методами з урахуванням характеристик однорідності бетону по міцності.

Приймання бетону шляхом порівняння його фактичної міцності з необхідною без урахування характеристик однорідності бетону за міцністю не допускається.

Контролю підлягають всі види нормованої міцності:

- міцність в проектному віці - для БСГ, збірних, збірно-монолітних і монолітних конструкцій;

- відпускна і передавальна міцність - для збірних конструкцій;

- міцність в проміжному віці - для БСГ і монолітних конструкцій (при знятті несучої опалубки, навантаженні конструкцій до досягнення ними проектної міцності та інше).

У разі, якщо нормована відпускна або передавальна міцність бетону збірних конструкцій або міцність бетону в проміжному віці для БСГ або монолітних конструкцій становить 90% і більше значення проектного класу, контроль міцності в проектному віці не проводять.

Контроль міцності бетону по схемі видом нормованої міцності

- схема А - визначення характеристик однорідності бетону по міцності, коли використовують не менше 30 одиничних результатів визначення міцності, отриманих при контролі міцності бетону попередніх партій БСГ або збірних конструкцій в аналізованому періоді;

- схема Б - визначення характеристик однорідності бетону по міцності,

коли використовують не менше 15 одиничних результатів визначення міцності бетону в контрольованій партії БСГ або збірних конструкцій і попередніх проконтрольованих партіях в аналізованому періоді;

- схема В - визначення характеристик однорідності бетону по міцності, коли використовують результати неруйнівного контролю міцності бетону однієї поточної контрольованої партії конструкцій, при цьому число одиничних значень міцності бетону повинне відповідати вимогам 5.8;

- схема Г - без визначення характеристик однорідності бетону по міцності, коли при виготовленні окремих конструкцій або в початковий період виробництва неможливо отримати число результатів визначення міцності бетону, передбачене схемами А і Б, або при проведенні неруйнівного контролю міцності бетону без побудово градуювальної залежності , але з використанням універсальних залежності шляхом їхньої прив'язки до міцності бетону контрольованої партії конструкцій.

Примітка - У виняткових випадках (при неможливості проведення суцільного контролю міцності бетону монолітних конструкцій з використанням неруйнівних методів) допускається визначати міцність бетону по контрольних зразках, виготовленим на будівельному майданчику і тверділи відповідно до вимог 5.4, або за контрольними зразками, відібраними з конструкцій.

Контроль міцності бетону:

- для БСГ- Схеми А, Б, Г;

- для збірних конструкцій - за схемами А, Б, В, Г;

- для монолітних конструкцій - за схемами В, Г.

В якості характеристик однорідності бетону в міцності використовується для визначення необхідної міцності бетону $R_{\text{Т}}$ або фактичного класу бетону B_{Φ}, розрахувати співвідношення варіацій міцності бетону: Середній $\overline{V}_m$ - Для всіх сторін БСГ і збірні структури за аналізований період під контролем за схемою А

- Розсувні V_c - середній показник для контрольованих і останніх попередніх сторін - під контролем за схемою Б;

- Поточний V_m - для поточної партії BSG і конструкцій - під контролем схеми В.

При контролі та оцінці міцності бетону БСГ у виробника:

- Схема: визначити фактичну міцність бетону R_m і поточний коефіцієнт зміни міцності бетону V_m в кожній партії, виробленій протягом проаналізованого періоду, розраховується середній коефіцієнт зміни міцності бетону $\overline{V}_m$ за аналізований період, визначити необхідну міцність бетону R_T На наступний контрольований період проводиться оцінка міцності бетону кожної партії, виготовленої в контрольований період;

- за схемою Б: визначити фактичну міцність бетону R_m в контрольованій партії розрахуйте характеристики однорідності бетону за міцністю: поточний коефіцієнт зміни міцності бетону V_m і розсувний фактор зміни міцності бетону V_c, визначити необхідну міцність бетону R_T Контрольованою партією провести оцінку міцності бетону в контрольованій партії; - за схемою Г: визначити фактичну міцність бетону R_m в кожній партії, виготовленій в контрольований період, визначити необхідної міцності бетону R_T, Оцінка міцності бетону в контрольованому лоті.

При контролі та оцінці міцності бетонних збірних конструкцій: за схемою А: визначити фактичну міцність бетону R_m в кожній партії конструкцій, виготовлених в аналізований період, розраховують характеристики однорідності бетону за міцністю - поточний коефіцієнт зміни міцності бетону V_m в кожній партії і середня зміна міцності $\overline{V}_m$ за аналізований період, визначити на необхідну міцність бетону R_T На наступний контрольований період за характеристиками однорідності міцності бетону за аналізований період

провести оцінку міцності бетону кожної партії конструкцій, виготовлених в контрольований період;

- за схемою Б: визначити фактичну міцність бетону R_m в контрольованій партії розрахуйте характеристики однорідності бетону за міцністю - поточний коефіцієнт зміни міцності бетону V_m і розсувний фактор зміни міцності бетону V_c Контрольованою партією визначте на необхідну міцність бетону R_T В контрольованій партії 8,2 оцінка міцності бетону в поточній контрольованій партії;

В: визначити фактичну міцність бетону R_m контрольованою партією, розрахуйте поточний коефіцієнт зміни міцності бетону V_m контрольованою партією, визначити на необхідну міцність бетону R_T Для контрольованої сторони провести 8,2 оцінку міцності бетону в контрольованій партії;

- за схемою Г: визначити фактичну міцність бетону R_m контрольованою партією, визначити на необхідну міцність бетону R_T, Оцінка міцності бетону в контрольованій партії.

При контролі та оцінці міцності бетонних партій монолітних конструкцій:

- За схемою В: визначити нерозумними методами фактичну міцність бетону R_m контрольованою партією, розрахуйте поточний коефіцієнт зміни міцності бетону V_m контрольованою партією з урахуванням похибки нерозумних методів, що використовуються при визначенні міцності на, визначити фактичний клас бетону за міцністю B_Φ, оцінка фактичного сорту бетону за міцністю в контрольованій партії; - за схемою Г: визначити нерозумні або руйнівні методи фактичну міцність бетону R_m контрольованою партією, визначити на фактичний клас бетону за міцністю B_Φ У підконтрольній партії проводять оцінку міцності бетону в контрольованому лоті.

3.2 Визначення міцності бетону

До складу партії БСГ слід включати БСГ одного номінального складу по ГОСТ 27006, приготовлену за однією технологією. До складу партії збірних або монолітних конструкцій включають конструкції, виготовлені з бетонної суміші одного номінального складу, відформовані за однією технологією.

Тривалість виготовлення партії БСГ або конструкцій повинна бути:- не менше однієї зміни - для БСГ і збірних конструкцій і однієї доби - для монолітних конструкцій; - не більше одного місяця - для БСГ і одного тижня - для збірних і монолітних конструкцій.

Допускається при контролі за схемами А і Б об'єднувати в одну партію БСГ різного номінального складу і одного класу бетону по міцності, якщо виконуються наступні умови: - максимальний з середніх значень коефіцієнт варіації міцності бетонів об'єднаних складів за аналізований період не перевищує 13%. Різниця між максимальними та мінімальними значеннями коефіцієнта варіації міцності бетонів об'єднуються складів за аналізований період не перевищує 2%. Найбільша крупність заповнювача в об'єднуються складах відрізняється не більше ніж в два рази, а витрата цементу в цих складах - не більше ніж на 10% середнього значення.

Умови об'єднання складів бетону перевіряють один раз на рік за результатами визначення характеристик однорідності бетону по міцності окремо для кожного номінального складу за два останніх контрольованих періоду.

При об'єднанні в одну партію БСГ різних складів значення коефіцієнта варіації міцності бетону в перший контрольний період визначають як середньоарифметичне значення коефіцієнтів варіації для окремих номінальних складів.

При визначенні міцності бетону по контрольних зразках відбирають не менше двох проб БСГ від кожної партії і не менше однієї проби:

в зміну - на підприємстві - виробнику збірних конструкцій. На добу на підприємстві - виробнику БСГ і будівельному майданчику при виготовленні монолітних конструкцій.

У виняткових випадках при визначенні міцності бетону монолітних конструкцій по контрольних зразках число проб бетону, що відбираються від кожної партії конструкції, має бути не менше шести.

З кожної проби бетонної суміші виготовляють серії контрольних зразків для визначення кожного виду нормованої міцності.

Число зразків в серії беруть по ГОСТ 10180.

Допускається виготовляти серії контрольних зразків для визначення міцності бетону збірних конструкцій в проектному віці не з кожної проби, а не менше ніж з двох проб, що відбираються від однієї партії в тиждень при класі бетону по міцності В30 і нижче, і чотирьох проб, що відбираються від двох партій в тиждень при класі бетону по міцності В35 і вище.

При контролі міцності ніздрюватого бетону з готових конструкцій кожної партії та блоків, виготовлених одночасно з конструкціями, випилюють або вибурюють проби бетону не менше ніж на двох ділянках.

Контрольні зразки бетону збірних конструкцій повинні тверднути в однакових з конструкціями умовах до визначення відпускної або передавальної міцності. Подальше твердіння зразків, призначених для визначення міцності бетону в проектному віці, повинно проходити в нормальних умовах при температурі (20 ± 3) ° С і відносній вологості повітря (95 ± 5)%.

Контрольні зразки з БСГ, призначеної для виготовлення монолітних конструкцій, повинні тверднути на підприємстві - виробнику бетонної суміші в нормальних умовах.

Контрольні зразки, виготовлені на будівельному майданчику під час здійснення вхідного контролю міцності бетону партій БСГ, повинні тверднути в

нормальних умовах. Контрольні зразки, виготовлені на будівельному майданчику для контролю і оцінки міцності бетону партій монолітних конструкцій повинні тверднути в умовах, передбачених проектом виконання робіт або технологічного регламенту на виробництво монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій даного об'єкта будівництва.

Контроль міцності бетону непрямими неруйнівними методами проводять з обов'язковим використанням залежності , попередньо встановлених відповідно до вимог ГОСТ 22690 і ГОСТ 17624.

При контролі відпускної і передавальної міцності бетону збірних конструкцій неруйнівними методами число контрольованих конструкцій кожного виду приймають не менше 10% або не менше 12 конструкцій з партії. Якщо партія складається з 12 конструкцій і менш, проводять суцільний контроль. При цьому число контрольованих ділянок повинно бути не менше одного на 4 м довжини лінійних конструкцій і не менше одного на 4 м площі плоских конструкцій.

При контролі міцності бетону монолітних конструкцій в проміжному віці неруйнівними методами контролюють не менше однієї конструкції кожного виду (колона, стіна, перекриття, ригель та інше) з контрольованою партії.

При контролі міцності бетону монолітних конструкцій в проектному віці неруйнівними методами проводять суцільний неруйнівний контроль міцності бетону всіх конструкцій контрольованої партії. При цьому число контрольованих ділянок має бути не менше:

- трьох на кожну захватку - для плоских конструкцій (стін, перекриття, фундаментних плит);

- одного на 4 м довжини (або трьох на захватку) - для кожної лінійної горизонтальної конструкції (балка, ригель);

- шести на кожну конструкцію - для лінійних вертикальних конструкцій (колона, пілон).

Загальна кількість ділянок вимірювань для розрахунку характеристик однорідності міцності бетону партії конструкцій має бути не менше 20.

Число вимірювань, проведених на кожному контрольованому ділянці, приймають по ГОСТ 17624 або ГОСТ 22690.

Примітка - При проведенні обстежень і експертну грошову оцінку якості лінійних вертикальних конструкцій число контрольованих ділянок повинно бути не менше чотирьох.

Фактичну міцність бетону в партії R_m ,МПа, розраховують за формулою

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n}, \qquad (3.1)$$

Де R_i - середнє арифметичне значення міцності бетону, МПа;

n - загальне число одиничних значень міцності бетону в партії.

За середнє арифметичне значення міцності бетону приймають:

- при контролі за зразками - середню міцність серій зразків, виготовлених з однієї проби БСГ, для контролю одного виду нормованої міцності.

- при контролі неруйнівними методами - середню міцність бетону контрольованої ділянки або зони конструкції або середню міцність бетону окремої конструкції.

Міцність бетону визначають за результатами випробувань зразків за ГОСТ 10180 і ГОСТ 28570 або неруйнівними методами по ГОСТ 17624 і ГОСТ 22690.

Міцність бетону збірних конструкцій в проектному віці і міцність бетону на розтяг визначають тільки по контрольних зразках.

3.3 Методика випробувань та оцінки твердості бетону

Цей документ встановлює методику визначення в’язкості бетонної суміші.

Мета випробування

Рухливістю бетону називаються його здатність заповнювати форму, в яку він повинен бути укладений.

Бетон може мати різну в'язкість яка впливає на легкоукладальність, що в свою чергу має велике значення на якість і зручність в експлуатації бетону.

Мета випробування визначити здатність бетону до заповнення форм при заданому способі ущільнення і утворювати в результаті ущільнення щільну, однорідну масу.

Опис об'єкта

Об'єктом випробування є бетон BetonHub марки В20 (М250), (С16 / 20) П4-П5. Майданчик потужністю 600 м3 код (17.46.294.)

БЕТОН В20 (М250), (С16 / 20) - найбільш популярний клас бетону при заливці різного фундаменту, відмосток, драбин, доріжок та інших конструкцій бутового призначення.

Основні характеристики об'єкта

Спосіб застосування

- бетонні стяжки підлог, доріжки, відмосток
- монолітні, стовпчасті й плитні фундаменти
- стрічкові фундаменти під паркан, тераси і великі підпірні стінки
- внутрішні міжкімнатні перегородки
- Переваги:
- висока міцність і щільність
- висока морозостійкість і водостійкість
- низьке водопоглинання

- висока міцність на розтяг при згині
- високий модуль пружності

Транспортування:

- автобетонозмішувач об'ємом 5м3 або 9м3
- самоскидами об'ємом до 25 м3

Основні деталі об'єкта вказані в Таблиці 3.1

Таблиця 3.1-Характеристика

КЛАС	B20
МАРКА	M250
МОРОЗОСТІЙКІСТЬ	F200
РУХЛИВІСТЬ	P4
ВОДОНЕПРОНИКНІСТЬ	W6

Умови і організація випробувань

Випробування проводяться в приміщенні випробувальної лабораторії. Якщо потрібно якомога швидше провести перевірку бетону на в'язкість перевірка проводиться на робочому об'єкті. Проводити випробування не в лабораторії значить отримати менш точний результат випробувань який може погано вплинути на підсумок роботи.

В'язкість перевіряються методом осадки конуса це поняття, що характеризує пластичність бетону. Осадка конуса вимірюється в см і чим вона більше, тим більш рухливий бетон. Існують наступні марки по осаді конуса і їх значення вказані на рисунку 3.1 - Марки за осадкою конуса

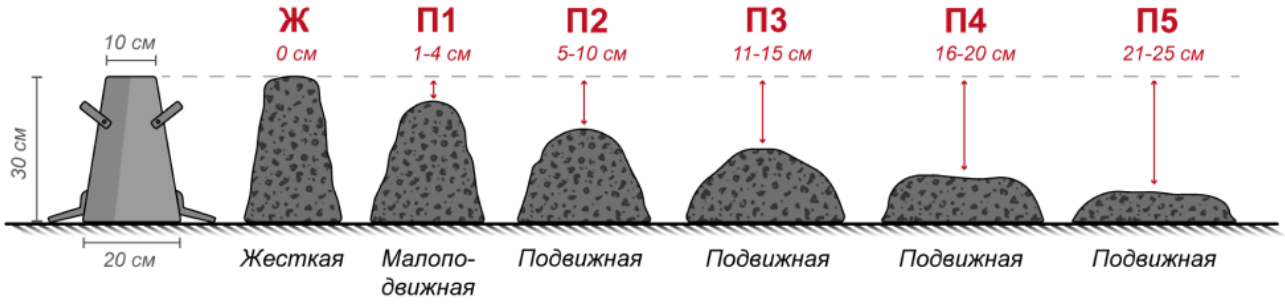


Рисунок 3.1- Марки за осадкою конуса

В основі методу лежить застосування усіченого конуса а також розуміння того, що в'язкості взаємопов'язана з наявністю в складі суміші рідини яка має прямий вплив на якість бетону. В основі методу лежить застосування усіченого конуса висотою близько 30 см (ємність не більше 6 л).

Засоби вимірювань бетонної суміші

Для вимірювань в'язкості бетонної суміші за осадкою конуса необхідно:

- нормальний або збільшений конус;
- металеву лінійку по ГОСТ 427;
- завантажувальну воронку;
- кельму типу КБ по ГОСТ 9533;
- секундомір;
- рівень будівельний по ГОСТ 8831

-гладкий жорсткий лист розмірами не менше 700х 700 мм з водонепроникного матеріалу (метал, пластмаса та інше);

- прямий металевий гладкий стрижень діаметром 16 мм, довжиною 600 мм із закругленими кінцями

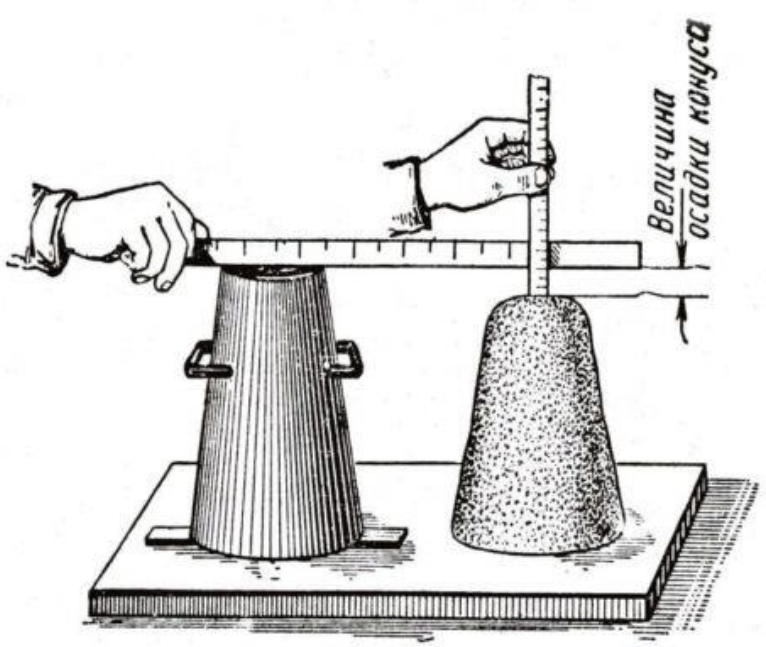


Рисунок 3.2 – Конус

Підготовка до виконання вимірювань

При підготовці до виконання проводять такі роботи:

- готують протоколи вимірів;

- складають програму виробництва робіт;

- визначають метод вимірювань;

Примітка. Послідовність виконання робіт може відрізнятися від зазначеної

Виконання випробування та вимірювання

Проведення випробувань на в'язкість

Для визначення в'язкості бетонної суміші з зернами заповнювача найбільшою крупністю до 40 мм включно застосовують нормальний конус, з зернами найбільшою крупністю більше 40 мм - збільшений.

При підготовці конуса і пристосувань до випробувань всі дотичні до бетонної суміші, слід очистити і зволожити.

Конус встановлюють на гладкий лист і заповнюють бетонною сумішшю марок П1, П2 або ПЗ через воронку в три шари однакової висоти. Кожен шар ущільнюють штикуванням металевим стрижнем в нормальному конусі 25 разів, в збільшеному - 56 разів. Бетонної сумішшю марок П4 і П5 конус заповнюють в один прийом і штикують в нормальному конусі 10 разів, в збільшеному - 20 разів. Конус під час заповнення і штикування повинен бути щільно притиснутий до листа.

Після ущільнення бетонної суміші знімають завантажувальну воронку, надлишок суміші зрізають кельмою врівень з верхніми краями конуса і загладжують поверхню бетонної суміші. Час від початку заповнення конуса до його зняття не повинно перевищувати 3 хв.

Конус плавно знімають з зміненої бетонної суміші в строго вертикальному напрямку і встановлюють поруч з нею. Час, витрачений на підйом конуса, має становити 5-7 с. Якщо після зняття конуса бетонна суміш розвалюється, вимірювання не виконують і випробування повторюють на новій

пробі бетонної суміші. Осадку конуса бетонної суміші, визначену у збільшеному конусі, приводять до осадки, визначеної в нормальному конусі, множенням осадки збільшеного конуса на коефіцієнт 0,67.

Осадку конуса бетонної суміші визначають, укладаючи рівний стрижень на верх конуса і вимірюючи відстань від нижньої поверхні стрижня до поверхні бетонної суміші з похибкою не більше 0,5 см.

Осадку конуса бетонної суміші визначають двічі. Загальний час випробування з початку заповнення конуса бетонною сумішшю при першому визначенні і до моменту вимірювання осадки конуса при другому визначенні не повинно перевищувати 10 хв.

Осадку конуса бетонної суміші однієї проби обчислюють з округленням до 1,0 см як середньоарифметичне значення результатів двох визначень, які відрізняються між собою не більше ніж:

- на 1 см при осіданні конуса до 9 см включно;
- на 2 см при осіданні конуса від 10 до 15 см;
- на 3 см при осіданні конуса від 16 см і вище.

При більшій розбіжності результатів випробування повторюють на новій порції бетонної суміші, тієї ж проби.

Обробка і оформлення результатів

Ступінь ущільнення бетонної суміші визначають за формулою

$$C = {}^{h1}/_{h2} \qquad (3.2)$$

Де h1 - висота форми, мм;

h2 - висота бетонної суміші в формі після ущільнення, мм.

Основними документами, що підтверджують придатність бетону для виконання певних робіт, згідно з проектом і нормам, є паспорт і сертифікат.

Результати визначення нормованих і контрольованих показників якості бетонної суміші повинні бути занесені в журнал, в якому вказують:

- найменування організації
- виробника та постачальника бетонної суміші;

- умовне позначення бетонної суміші по ГОСТ 7473;

- місце відбору проби;

- дату і час випробування;

- температуру бетонної суміші;

- значення ступеня ущільнювання;

- результати окремих ухвал окремих показників якості бетонної суміші та середні результати по кожному показнику.

Результати вимірювань, оформлені документально засвідчує особу яка проводила вимірювання, а при необхідності - адміністративно відповідальна особа (керівник або головний інженер підприємства, начальник метрологічної служби, або інша особа), підпис якого завіряються печаткою підприємства.

Вимоги до кваліфікації персоналу

До виконання вимірювань і обробки результатів допускають осіб, підготовлених відповідно до «Правил технічної експлуатації виконання вимірювань для бетону різних властивостей і складів», Правилами техніки безпеки при експлуатації ЗВТ який включає шкідливі і в'язкі речовини »,Правилами техніки безпеки при експлуатації ЗВТ , що мають кваліфікаційну групу не нижче 3.

Вимоги до безпеки

- Цемент необхідно зберігати в силосних вежах, бункерах, скринях і інших закритій ємності, вживаючи заходів проти розпилення в процесі завантаження і вивантаження.

-Завантажуючи отвори повинні бути закриті захисними решітками, а люки в захисних решітках закриті на замок.

- При використанні пара для прогріву інертних матеріалів, що знаходяться в бункерах або іншій ємкості, слід застосовувати заходи, що запобігають проникненню пара в робочі приміщення.

Забороняється:

- доступ сторонніх осіб в зону обігріву, а також перебування людей на відстані ближче 1 м, що нагріваються електрострумом;

- ходіння людей, розміщення сторонніх предметів на поверхні обігріваються конструкцій;

- Знаходження людей без допуску в лабораторії

- підключати до мережі знаходяться на повітрі нагрівальні дроти, частково або повністю не забетоновані в конструкції;

- проводити роботи з електрообігрівачем в сиру погоду, під час відлиги, без огорожі зони електрообігрівач ;

- працювати при виявлену несправність електропроводки;

- розміщувати легкозаймисті матеріали поблизу установок для електрообігрівачу бетонів.

Цей документ встановлює методику визначення міцності бетону.

Мета випробування

Міцність бетону називаються його здатність до витримки великої ваги та малою крихкістю.

Мета випробування бетону полягає в вимірі мінімальних зусиль, що руйнують спеціально виготовлені контрольні зразки бетону при їх статичному навантаженні з постійною швидкістю зростання навантаження.

Опис об'єкта

Об'єктом випробування є бетон BetonHub марки В20 (М250), (С16 / 20) П4-П5. Майданчик потужністю 600 м3 код (17.46.294.)

БЕТОН В20 (М250), (С16 / 20) - найбільш популярний клас бетону при заливці різного фундаменту, відмосток, драбин, доріжок та інших конструкцій бутового призначення.

Основні характеристики об'єкта

Спосіб застосування

- бетонні стяжки підлог, доріжки, відмосток
- монолітні, стовпчасті й плитні фундаменти

- стрічкові фундаменти під паркан, тераси і великі підпірні стінки
- внутрішні міжкімнатні перегородки

Переваги:

- висока міцність і щільність
- висока морозостійкість і водостійкість
- низьке водопоглинання
- висока міцність на розтяг при згині
- високий модуль пружності

Транспортування:

- автобетонозмішувач об'ємом 5м3 або 9м3
- самоскидами об'ємом до 25 м3

Основні деталі об'єкта вказані в Таблиці 3.2

Таблиця 3.2-Характеристика

КЛАС	B20
МАРКА	M250
МОРОЗОСТІЙКІСТЬ	F200
РУХЛИВІСТЬ	P4
ВОДОНЕПРОНИКНІСТЬ	W6

Умови і організація випробувань

Випробування проводяться в приміщенні випробувальної лабораторії У приміщенні для випробування зразків слід підтримувати температуру повітря в межах (20 ± 5) ° С і відносну вологість повітря не менше 55%, для перевірки зразки мають пролежати в камері для старіння 28 днів

Міцність перевіряють методом на стиск, що характеризує твердість, перевіряється на пресі вимірюється в МПа.

Відбір проб бетонної суміші ведеться безпосередньо в момент прибуття автобетонозмішувач. Відбір проб бетонної суміші повинен здійснюватися в кількості: від кожних 50 м3 прийнятої бетонної суміші по ГОСТ 10180-2012

необхідно відбирати серію зразків в кількості не менше 2-х штук як зазначено на малюнку 3.3 - Зразки



Рисунок 3.3 - Зразки

Перед виготовленням зразків форми необхідно рівномірно змастити машинним маслом.

Бетонна суміш ущільнюючись методом штикування. Суміш проходило в два етапи, до половини форми, багнет не менше 15 разів у напрямку спіралі.

Відхилення від внутрішніх розмірів кубічних форм не повинні перевищувати ± 0,5 мм.

Зразки повинні зберігатися в умовах, максимально наближених до нормальних (по ГОСТ 10180-90) Недотримання умов призводить до зниження міцності контрольних зразків.

Зразки, призначені для визначення міцності товарного бетону, звільняють з форм через 48 год після виготовлення і зберігають в нормальних умовах до моменту їх випробування.

Протягом 20 годин з моменту відбору проби зразки повинні бути передані в лабораторію. У разі неможливості передачі зразки повинні зберігатися в ящиках, обладнаних дном-гратами, на якому стоять зразки, на дні повинна бути залита вода для створення необхідної вологості повітря. Температура всередині ящика повинна підтримуватися на рівні 20 ± 2ºС.

Після розпалубки зразки ретельно оглядають. Раковини і нерівності, виявлені в ході огляду, усувають шляхом заливання густим цементним тестом з подальшим загладжуванням поверхні.

Маркують зразки на верхній межі за допомогою важко стирається фарби або перманентного маркера. Маркування повинна містити: дату виготовлення зразків, клас бетону марку і позначення конструкції, яка залита даними бетоном.

Передача зразків в лабораторію супроводжується складанням акту про передачу-приймання.

Дата _____ Посада _____ Підпис _____

Випробування зразків проводять в термін набуття бетоном проектної міцності (28 діб).

Засоби вимірювань і випробувальне обладнання бетону

Для проведення випробування проб бетону на міцність необхідно:

- Прес MATEST CO40 -1500 / 250kH (рисунок 3.4)
- Лабораторія з постійною температурою і вологою
- Комплект приставок, C111-ET
- Ваги



Рисунок 3.4 - Прес

Підготовка до виконання вимірювань

При підготовці до виконання проводять такі роботи:

- готують протоколи вимірів;

- складають програму виробництва робіт;

- перевіряють терміни повірки (калібрування) СІ;

- визначають метод вимірювань;

Примітка. Послідовність виконання робіт може відрізнятися від зазначеної

Виконання випробування та вимірювання

Проведення випробувань на міцність

Для визначення міцність

Перевірка бетону на міцність, визначається вид і склад бетонного зразка.

Для визначення міцності бетону беруть зразок вимірюють в розмірі і зважують.

У прес машину вводять параметри зразка бетону розмір, вага, склад і час стиснення.

Знімають дані з преса і звіряють з таблицею в ГОСТ 18105-2010

Проводять висновок лабораторії

Перед установкою зразка на прес або випробувальну машину видаляють частинки бетону, що залишилися від попереднього випробування на опорних плитах преса.

Навантаження зразків проводять безперервно зі швидкістю, що забезпечує підвищення розрахункового напруги в зразку до його повного руйнування в межах (0,6 ± 0,4) МПа / с при випробуваннях на стиск і в межах (0,05 ± 0,02) МПа /с. При цьому час навантаження одного зразка має бути не менше 30 с.

Максимальне зусилля, досягнуте в процесі випробування, приймають за руйнівне навантаження і записують його в журнал випробувань.

Після установки зразка на опорні плити преса (додаткові сталеві плити) поєднують верхню плиту преса з верхньої опорної гранню зразка (додаткової сталевою плитою) так, щоб їх площині повністю прилягали одна до іншої.

У разі руйнування зразка за однією з дефектних схем при визначенні середньої міцності серії цей результат не враховують. При випробуванні на стиснення зразки-куби і циліндри встановлюють однією з виданих граней на нижню опорну плиту преса (або випробувальної машини) центрально щодо його поздовжньої осі, використовуючи ризики, нанесені на плиту преса, додаткові сталеві плити або спеціальний пристрій.. Між плитами преса і опорними поверхнями зразка допускається прокладати додаткові сталеві опорні плити.

Для визначення міцності бетону беруть зразок вимірюють в розмірі і зважують.

У прес машину вводять параметри зразка бетону розмір, вага, склад і час стиснення.

Знімають дані з преса і звіряють з таблицею в ГОСТ 18105-2010

Проводять висновок лабораторії

Обробка і оформлення результатів

Міцність бетону визначають за формулою 15.8.1

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n}, \qquad (3.3)$$

Де R_i - середнє арифметичне значення міцності бетону, МПа;

n - загальне число одиничних значень міцності бетону в партії.

Основними документами, що підтверджують відповідність бетону згідно з проектом і нормам, є паспорт і сертифікат.

Результати визначення нормованих і контрольованих показників якості бетону повинні бути занесені в журнал, в якому вказують:

- найменування організації
- виробника та постачальника бетонної суміші;
- умовне позначення бетонної суміші по ГОСТ 7473;
- місце відбору проби;
- дату і час випробування
- результат вимірювання

Результати вимірювань, оформлені документально засвідчує особу яка проводила вимірювання, а при необхідності - адміністративно відповідальна особа (керівник або головний інженер підприємства, начальник метрологічної служби, або інша особа), підпис якого завіряються печаткою підприємства.

Вимоги до кваліфікації персоналу

До виконання вимірювань і обробки результатів допускають осіб, підготовлених відповідно до «Правил технічної експлуатації виконання вимірювань для бетону різних властивостей і складів», Правилами техніки безпеки при експлуатації ЗВТ який включає шкідливі і в'язкі речовини »,« Правилами техніки безпеки при експлуатації ЗВТ , що мають кваліфікаційну групу не нижче 3.

Вимоги до безпеки

До роботи на пресах допускаються особи старше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний на робочому місці інструктажі з охорони праці, навчені безпечним методам роботи і які пройшли перевірку знань в атестаційної комісії.

Працівники зобов'язані щоквартально проходити повторний інструктаж з охорони праці по професії та видах виконуваної роботи, чергову перевірку знань - щорічно.

Робочі забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту, відповідно до діючих норм (костюм бавовняний, окуляри захисні, черевики шкіряні з металевим носком, рукавиці комбіновані).

У процесі виконання робіт на пресах на працівника можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- ураження електричним струмом;
- знижена освітленість на робочому місці;
- шум і вібрація;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- пожежонебезпека;
- задирки, що розлітається стружка, гострі кромки матеріалу;

Висновки

Сучасні методи дослідження будівельних матеріалів включають як традиційні фізико-механічні випробування, так і інноваційні методи, такі як рентгенівська дифракція, скануюча електронна мікроскопія, ультразвукові методи та термографія. Ці методи дозволяють отримувати високоточні дані про властивості матеріалів на різних рівнях.

Використання новітніх методів аналізу забезпечує більш точні та надійні результати порівняно з традиційними методами. Це дозволяє виявляти та попереджати можливі дефекти на ранніх етапах виробництва та експлуатації будівельних матеріалів, що суттєво підвищує їх якість і довговічність.

Важливою умовою забезпечення високої якості будівельних матеріалів є дотримання встановлених стандартів і нормативів. Стандартизація методів випробувань і досліджень дозволяє забезпечити порівнянність результатів і їх відповідність вимогам безпеки та якості.

Сучасні методи дослідження будівельних матеріалів повинні бути інтегровані у всі етапи будівельного процесу: від проектування до завершення будівництва. Це дозволить своєчасно виявляти та враховувати всі можливі ризики, оптимізувати процеси будівництва і забезпечити високу якість кінцевого продукту.

Подальший розвиток методів аналізу та випробування будівельних матеріалів пов'язаний з впровадженням нових технологій, зокрема, з використанням цифрових технологій і автоматизації процесів. Це дозволить значно підвищити ефективність досліджень та зменшити витрати часу та ресурсів.

Результати дослідження можуть бути використані інженерами, проектувальниками, архітекторами та іншими фахівцями для вибору оптимальних методів випробувань, що забезпечать високу якість будівельних

матеріалів. Це сприятиме підвищенню надійності та довговічності будівельних конструкцій, а також їх енергоефективності та екологічності.

Таким чином, проведене дослідження підтвердило важливість використання сучасних методів аналізу та випробування будівельних матеріалів для забезпечення високих стандартів якості у будівельній галузі. Інтеграція цих методів у будівельні процеси дозволить досягти значних успіхів у створенні надійних, безпечних та енергоефективних будівель.

Також. Бетон являє собою продукт з великим діапазоном застосувань в будівництві. Вдале поєднання складу бетону дає нам зрозуміти що такі споруди можуть простояти не одну тисячу років. Також бетон може бути як будівельним монолітом для фундаменту, стін та ін. але і для будівництва блоками.

В даний час бетон виробляють з незліченної кількості добавок так-же є незмінні добавки такі як (пісок, вода, цемент, щебінь)

Сучасна людина живе в світі небезпек - природних, технічних, екологічних та ін. Рішенням цих проблем, основних закономірностей, принципів і засобів забезпечення безпеки покликана займатися безпеку життєдіяльності. Дипломна робота передбачає розгляд питань безпеки при експлуатації обладнання, характеристик приміщення, проведення аналізу системи.

В даному дипломній роботі були розглянуті такі теми як:

Бетон фабрики BetonHub марки В20 (М250), (С16 / 20) П4; технологічна схема виробництва бетону, перелік нормативних документів, історія бетону, класифікація та опис, основні положення, показник якості бетону, загальні технічні умови, показники безпеки, програми і методики випробувань. Також розроблена методика оцінювання якості бетону.

Перелік використанних джерел

1. Бичевий П.П., Мальований І.В. Сучасні будівельні материали: Методичні вказівки Запоріжжя: ЗДІА, 2004. 48 с.
2. Будівельне матеріалознавство. Підбір та визначення складу важкого бетону заданого класу. Визначення технологічних властивостей бетонної суміші та виготовлення зразків-кубів для визначення класу бетону. Руйнуючі й неруйнівні методи контролю міцності для встановлення марки та складу важкого бетону : навчально-методичні рекомендації до лабораторних робіт / упоряд. О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва. Дніпро : УДУНТ, 2024. 33 с
3. Гоц В. І.. Бетони і будівельні розчини: підручник. Київ: КНУБА, 2003. 472 с.
4. Губій М. М., Ахмеднабієв Р. М. Проектування ремонту й підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій: навч. Посібник. Харків : Тимченко, 2007. 192 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-215:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу. На заміну ГОСТ 27006-86. [Чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 18 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань (ГОСТ 10181-2000). На заміну ГОСТ 10181.0-81, ГОСТ 10181.1-81, ГОСТ 10181.2-81, ГОСТ 10181.3-81, ГОСТ 10181.4-81. [Чинний від 2002-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держ. ком. архітектури, буд-ва і житл. політики України, 2002. 32 с.
7. ДСТУ Б В.2.7-96-2000. Суміші бетонні. Технічні умови (ГОСТ 7473-94). На заміну ГОСТ 7473-85. [Чинний від 2000-07-01]. Вид.

офіц. Київ : Держ. ком. буд-ва, архітектури та житл. політики України, 2000. 20 с.

8. ДСТУ Б В.2.7-221:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Класифікація і загальні технічні вимоги. На заміну ГОСТ 25192-82. [Чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 11 с.
9. ДСТУ-Н Б В.2.7-299:2013. Настанова щодо визначення складу важкого бетону. [Чинний від 2014-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2014. 91 с.
10. ДСТУ 9208:2022. Бетони важкі. Технічні умови. На заміну ДСТУ Б В.2.7-43-96. [чинний від 2023-09-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 27 с.
11. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності. На заміну ГОСТ 18105-86. [чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 27 с.
12. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. На заміну ГОСТ 17624-87. [чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : М-во регіон. розвитку та буд-ва України, 2010. 26 с.
13. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. На заміну ГОСТ 22690-88. [чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 34 с.
14. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. На заміну ГОСТ 10180-90 ; [чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 43 с.
15. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.20 с.

16. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц.. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016.31 с.
17. Дворкін Л.Й. Теоретичні основи будівельного матеріалознавства: навчальний посібник. Київ. НМК ВО. 1992. 156 с.
18. Кривенко П.В., Пушкарьова, К.К. Баранвський В.Б., Кочевих О.В. Будівельне матеріалознавство : підручник. Київ: ТОВ УВПК «Екс ОБ», 2004. 704 с.
19. Кондращенко О.В. Матеріалознавство : навч. посібник. Харків : ХНАМГ, 2007. 182 с.
20. Кондращенко О. В. Композиційні будівельні матеріали : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2009. 68 с.
21. Карапузов Є. К., Соха В. Г., Остапченко Т. Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві: підручник. Київ : Вища школа, 2004. 416 с.
22. Карапузов Е.К., Лутц Г., Герольд Х. Сухие строительные смеси: справочное пособие. Київ: Техніка, 2000. 226 с.
23. Лучко Й. Й., Коваль П. М. Основи досліджень та випробувань будівельних матеріалів і конструкцій: навчальний посібник. Львів. Каменяр, 2011. 230 с.
24. Лучко Й. Й., Коваль П. М., Дем'ян М. Л. Методи дослідження та випробування будівельних матеріалів та конструкцій: монографія. Львів: Каменяр, 2001. 436 с.
25. Лучко Й. Й., Лазар В. Ф., Чубріков В. М. Довговічність бетону залізобетонних конструкцій і споруд. *Зб. наук. праць учасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення*. Київ: УГУ., 2000. Вип. 59. С. 156–160.
26. Лучко Й. Й., Лазар В. Ф., Чубріков М. В. Довговічність бетону залізобетонних споруд. *Сучасні проблеми проектування,*

будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. Київ, 2000. С. 155 – 159.

27. Печонкін А. Матеріали німецьких виробників для влаштування підлог різного призначення. *Технології будівництва*. 2002. № 1. С. 92 – 98.
28. Пушкарьова К.К., Кочевих М.О., Гончар О.А., Бондаренко О.П. Матеріалознавство (для архітекторів та дизайнерів): підручник. Київ: «Ліра-К», 20125. 592 с.
29. Рунова Р.ФШейнич Л.О., Гелевера О.Г., Гой В.І. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: підручник. Київ: КНУБА, 2002. 365 с.
30. Про затвердження Технічного регламент будівельних виробів, будинків і споруд : Постанова Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 року №1764. Офіційний вісник України. 2006. № 51, ст. 3415.
31. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції: довідник/ за ред. К.К.Пушкарьової/. Київ: Асоціація «ВСВБМВ», 2012. 664 с.
32. Фокин Г. С., Кондращенко Е. В. Строительные материалы: справочник. Харків : АЛЕФ ИнфоТрейд, 2008. 425 с.
33. Химические и минеральные добавки в бетон . А.В.Ущеров-Маршак и др. Харьков:2005. 280 с.
34. Ярмоленко М. Г., Романушко Є. Г. Технологія будівельного виробництва : підручник / за ред. М. Г. Ярмоленка. 2-ге вид., допов. і переробл. Київ : Вища школа, 2005. 342 с.
35. De Araujo, V., Cortez-Barbosa, J., Gava, M., Garcia, J., Souza, A., Savi, A., Morales, E., Molina, J., Vasconcelos, J., Christoforo, A., & Lahr, F. (2016). Classification of Wooden Housing Building Systems. BioResources, 11(3), 7889-7901. Retrieved from

https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_11_3_Review_DeAraujo_Classification_Wooden_Housing_Systems/4688

36. FMC RILEM Draft Recomendation. Determination of the Fracture Energy of Mortar and Concrete by means of Three-Point Bend Test on Notched Beans// Mateviaux et Constructions. 1985. №106. P.285–290.
37. Panasyuk V.V. Determination of calculated parametres of concrete dispersive– reinforced by basalt fibre. *Modern building materials, structures and tech- niques*.Vilnius, Lithuani, 1999. P.86–88.