



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

# **КОНТРОЛЬ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВИРОБІВ І МАТЕРІАЛІВ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт  
для студентів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна  
інженерія» спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів»

Київ 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

# **КОНТРОЛЬ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВИРОБІВ І МАТЕРІАЛІВ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт  
для студентів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»  
спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів»

Київ 2019



УДК 691  
К64

Укладачі: О.Ю. Ковальчук, канд. техн. наук, доцент;  
Н.В. Рогозіна, провідний інженер;  
В.В. Смешко, асистент

Рецензент А.А. Майстренко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри ТБКВ, протокол № 12 від  
20 березня 2019 року.*

В авторській редакції.

**Контроль** у виробництві будівельних конструкцій, виробів і  
К64 матеріалів: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт /  
уклад.: О.Ю. Ковальчук, В.В. Смешко, Н.В. Рогозіна. – Київ: КНУБА,  
2019. – 18 с.

Розглянуто методику виконання лабораторних робіт, які  
дозволяють в умовах лабораторії засвоїти теоретичний матеріал,  
отриманий під час лекцій.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво і  
цивільна інженерія» спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів».

© КНУБА, 2019



## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Вивчення курсу «Контроль у виробництві будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» дає змогу отримати сучасні наукові уявлення про виробничий контроль.

У методичних вказівках наведена тематика лабораторного практикуму, який охоплює весь курс дисципліни. Також вони містять основні методики проведення лабораторних робіт. Це допоможе студентам набути навичок у майбутній діяльності.

Мета лабораторних робіт полягає в набутті студентами теоретичних і практичних умінь.

Завдання методичних вказівок полягає в оволодінні проведення випробувань приладами неруйнівного методу контролю, що базуються на різних принципах дії та дослідженні фізико-механічних властивостей матеріалів, виробів і конструкцій, використовуючи комплексні методи випробувань.

За результатами проведених випробувань побудувати:

- кореляційний зв'язок;
- тарувальну залежність ультразвуку;
- графік із нанесенням результатів, отриманих окремими методами,

а також комплексним методом.

Зробити висновки за проведеними роботами.

### ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

**Визначення міцності бетону та інших будівельних матеріалів еталонним молотком К. П. Кошкарва**

#### *1.1. Опис еталонного молотка*

Використання еталонного молотка базується на принципі пластичної деформації. Еталонний молоток (рис. 1) складається з корпусу – 2, металевої рукоятки – 1, на яку насаджена гумова ручка, стакану – 3 з прорізом для кульки – 5 і еталонного стрижня – 4. Діаметр кульки – 15,88 мм, твердість НК 60. Еталонні стрижні виготовлюють з круглої пруткової сталі марки ВСт-3, довжиною 150 мм, діаметром 12 мм з тимчасовим опором розриву 42...46 кгс/мм. Один кінець стрижня загострений для полегшення заведення його в молоток. Перед випробуванням бетону еталонний стрижень занурюють загостреним кінцем у стакан молотка. Під дією пружини кулька



молотка притискається до еталонного стрижня, а він, зі свого боку, до внутрішнього упору головки. Для вимірювання відбитків на бетоні та металі застосовується кутовий масштаб, виготовлений з двох сталевих вимірювальних лінійок, скріплених під кутом.

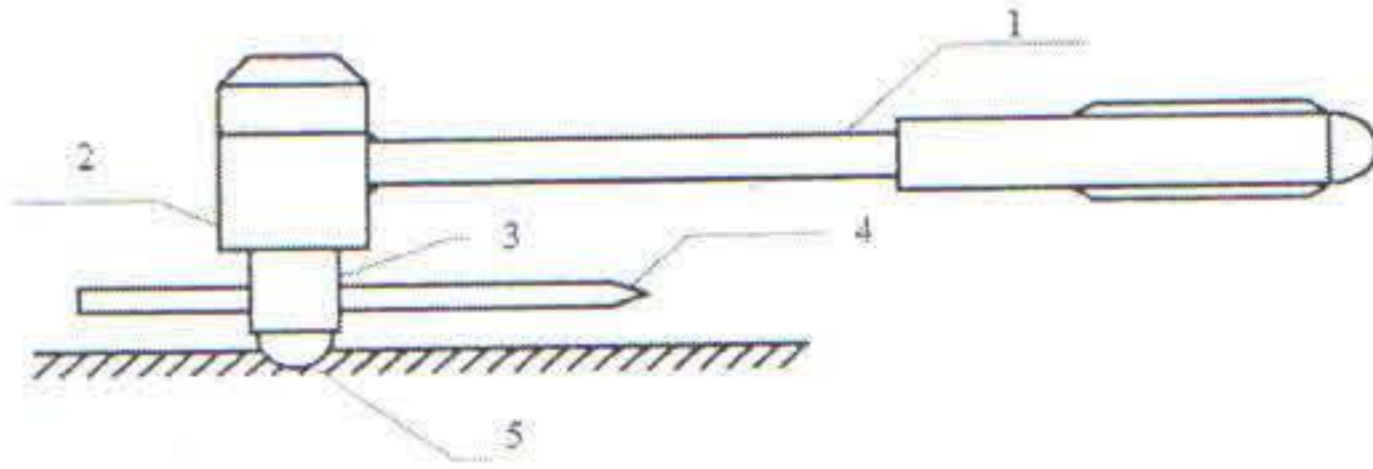


Рис. 1 Еталонний молоток:

1 – рукоятка; 2 – корпус; 3 – стакан; 4 – еталонний стрижень; 5 – кулька ( $a = 15$  мм)

### 1.2. Проведення випробування

На певній ділянці конструкції еталонним молотком здійснюють серію ударів з такою силою, щоб залишилися відбитки на бетоні і еталонному стрижні. Після кожного удару еталонний стрижень перемішують у стакані молотка на відстань не менше 10 мм. Відбитки на стрижні повинні розмішуватись за прямою лінією, а відбитки на поверхні бетону після кожного удару помічають олівцем. Для вимірювання відбитків кутовий масштаб насовують на відбиток доти, поки обвід відбитку доторкнеться до внутрішніх граней лінійок масштабу.

Після цього обчислюють відношення  $db/de$  і записують у журнал випробувань (табл. 1).

Таблиця 1

#### Журнал випробувань

№ зразка	Відбитки на бетоні $db$ , мм	Відбитки на еталоні $de$ , мм	$db/de$	Міцність бетону $R_b$ , кгс/см <sup>2</sup>
1				
2				
3				

### *1.3. Побудова кореляційного зв'язку*

За результатами випробувань будують експериментальну залежність між усередненими показниками  $db/de$  та міцністю бетону. Для цього по осі ординат відкладають результати міцності бетону, одержані після випробувань зразків, а по осі абсцис – середні показники.

### *1.4. Висновки щодо роботи*

У висновках необхідно звернути увагу на купчастість експериментальних точок, що характеризують результати, характер експериментальної кривої та її розміщення у межах допуску.

Підпис студента \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### Визначення міцності бетону та цегли приладом ДПГ-4 А.М. Губбера

#### 2.1. Опис приладу

Дія приладу заснована на принципі пластичної деформації. Прилад ДПГ-4 (рис. 2) складається з металевий диска (1) з ударною кромкою (2), шарнірно закріпленого на стрижні (3). Під час випробування сталевий диск падає під дією сили тяжіння і залишає відбиток на бетоні. За розміром відбитку роблять висновок про міцність бетону.

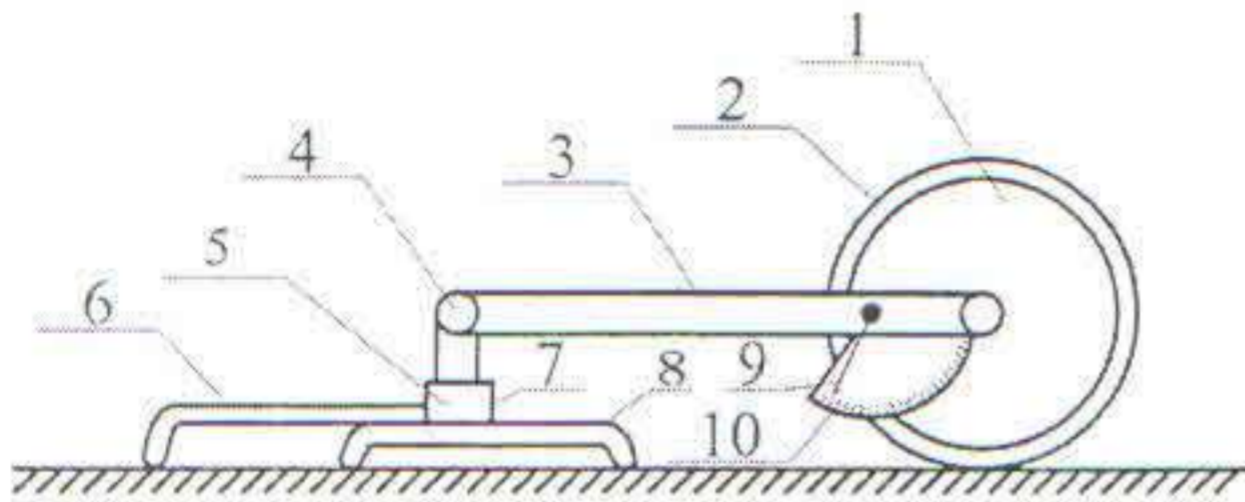


Рис. 2. Прилад ДПГ-4:

1 – металевий диск; 2 – ударна кромка; 3 – стрижень; 4 – вісь обертання;  
5 – муфта; 6 – хвостовик скоби; 7 – стопорний гвинт;  
8 – скоба спірання; 9 – стрілки; 10 – шкала

#### 2.2. Проведення випробування

Перед випробуванням бетону поверхню площею до 0,5 м шліфують і змочують водою протягом 10...40 хвилин. Залишковий результат міцності бетону отримують як середньоарифметичне значення 10–12 випробувань. Результати випробувань заносять до табл. 2.

Таблиця 2

Визначення міцності бетону приладом ДПГ-4 А.М. Губбера

№ ділянки	Часткові значення $l$ , мм	$l_{сер}$ , мм	Розміри зразків, мм	Міцність бетону $R_b$ , кгс/см <sup>2</sup>	Примітка
1					
2					
3					

### *2.3. Побудова кореляційного зв'язку*

За результатами проведених випробувань будують експериментальну залежність показника  $l$  (мм) – міцність бетону.

### *2.4. Висновки щодо роботи*

Підпис студента \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### Випробування міцності бетону приладом системи КІБІ

#### 3.1. Опис приладу

Дія приладу заснована на принципі пружного відскоку. Прилад (рис. 3) складається з корпусу (3), кришки (2) зі спускною кнопкою (1), опорної втулки (10), ударника (9), бійка (6), який пересувається по стрижню (8) під дією пружини (7); на корпусі приладу є кільце (5) з кнопкою (12), градуйована шкала (14) зі стрілкою (13).

#### 3.2. Проведення випробувань

Перед випробуванням поверхню бетону зачишають від пилу та цементно-піщаної плівки. Потім встановлюють прилад і натискають на кнопку (1). Бійок (6) під дією пружини (7) б'є по ударнику (9), відскакує від нього і пересуває стрілку (13) по шкалі (14). Величина відскоку в мм, яка фіксується стрілкою (13), є показником міцності бетону. Результати випробувань заносять до табл. 3.

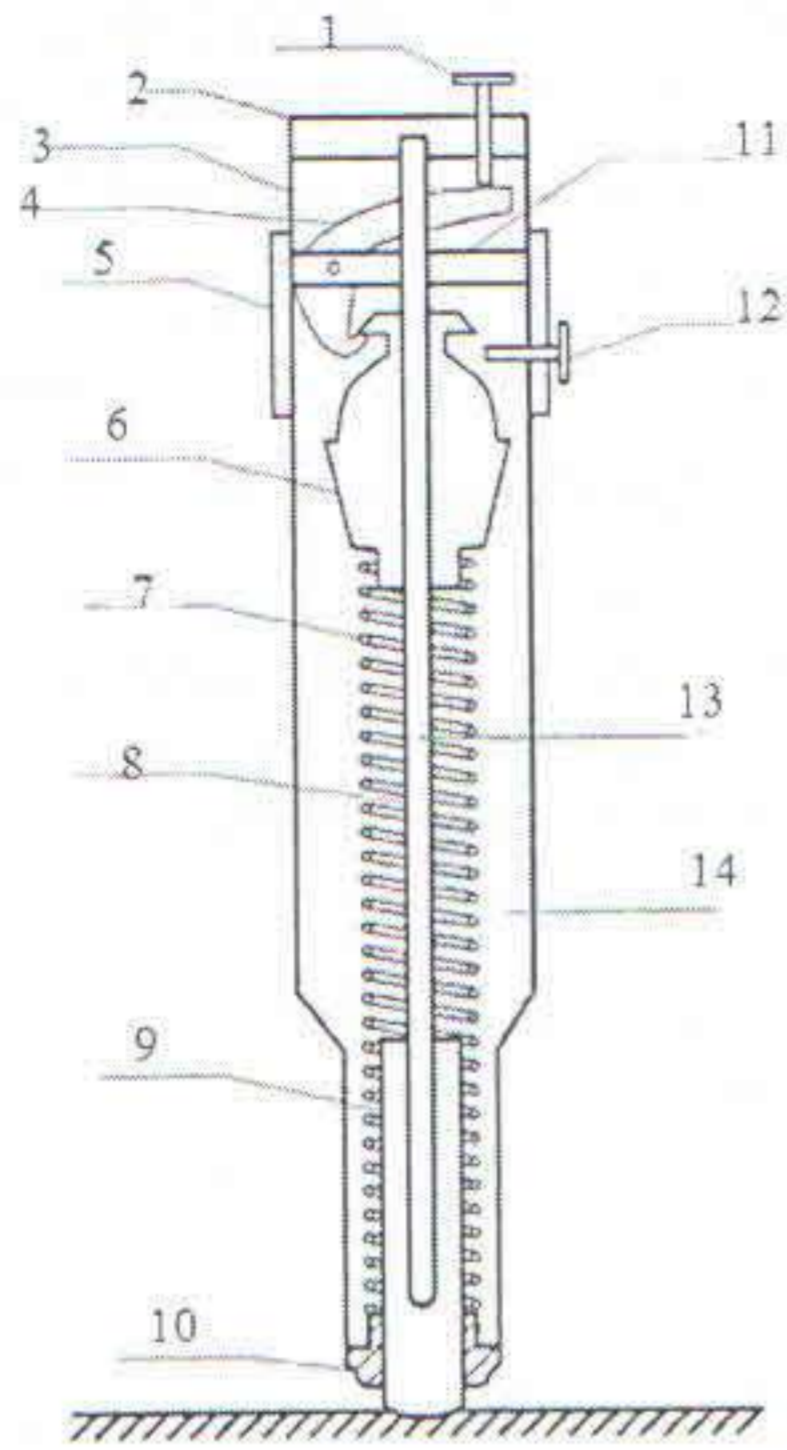


Рис. 3. Прилад системи КІБІ:

1 – спускна кнопка; 2 – кришка; 3 – корпус; 4 – затримувальна скоба;  
 5 – кільце; 6 – бійок; 7 – пружина; 8 – направляючий стрижень; 9 – ударник;  
 10 – опорна втулка; 11 – шайба; 12 – звідна кнопка; 13 – стрілка; 14 – шкала



Таблиця 3

## Випробування міцності бетону приладом системи КІБІ

№ ділянки	Часткові значення $h$ , у.о	$h_{ср}$ , у.о	Розміри зразків, мм	Міцність бетону $R_b$ , кг/см <sup>2</sup>	Примітка
1					
2					
3					

## 3.3. Побудова кореляційного зв'язку

За результатами проведених випробувань будують експериментальну залежність показника  $h$  (у.о) – міцність бетону.

## 3.4. Висновки щодо роботи

Підпис студента \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

### Випробування міцності бетону та інших будівельних матеріалів ультразвуковим приладом УКБ-1

#### 4.1. Опис приладу (рис. 4)

Дія ультразвукового приладу УКБ-1 заснована на принципі вимірювання швидкості пробігу ультразвукових хвиль. Генератор імпульсів (3), який є в корпусі приладу, подає електричні імпульси в п'єзоелектричний перетворювач (щуп-випромінювач) (2), в якому вони перетворюються на імпульси пружних механічних коливань. Механічні коливання проходять через бетон і потрапляють в п'єзо датчик (щуп-приймач) (11) і перетворюються на електричні сигнали, посилюються (10) і потрапляють на електронно-струменеву трубку (7) приладу. Момент приходу ультразвукових хвиль відображається на екрані приладу.

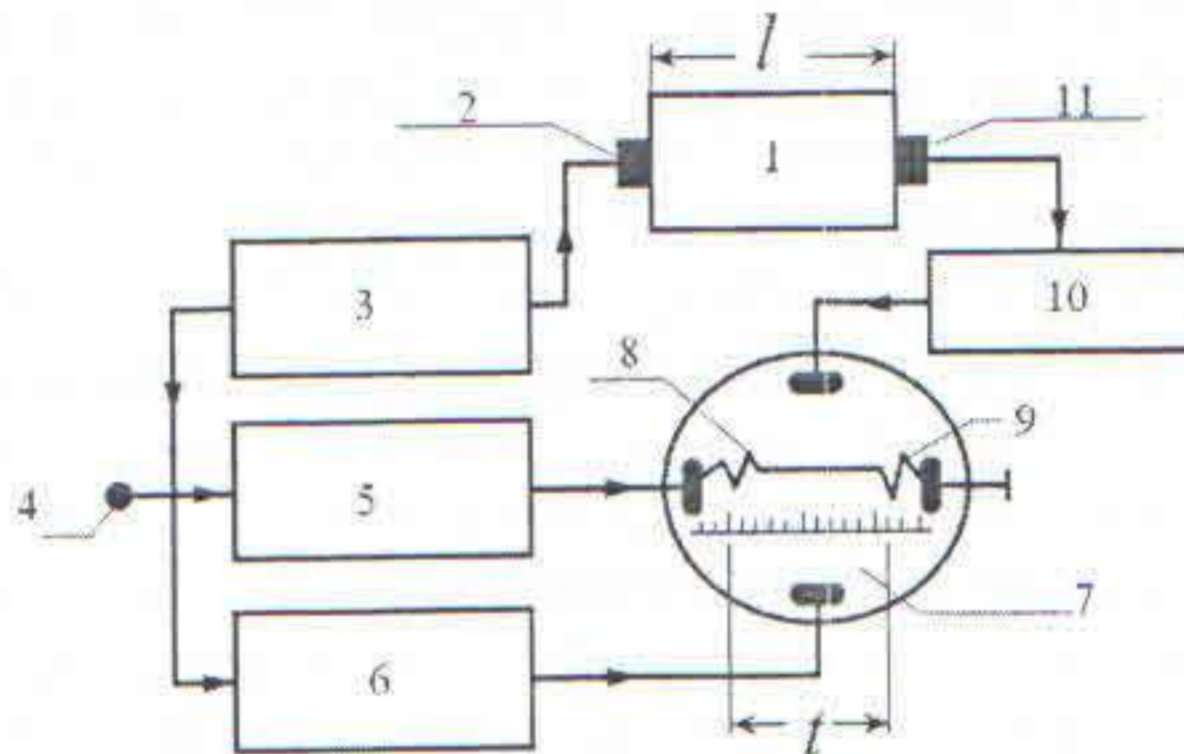


Рис. 4. Блок-схема ультразвукового приладу:

- 1 – зразок; 2 – п'єзоелектричний випромінювач; 3 – генератор зондуючих імпульсів;
- 4 – мережа; 5 – «очікуючий» генератор розвертки; 6 – генератор позначок часу;
- 7 – електро-випромінювальна трубка; 8 – вхідний імпульс;
- 9 – вихідний імпульс; 10 – посилювач; 11 – п'єзоелектричний приймач

#### 4.2. Вимірювання швидкості ультразвуку в бетоні

Вимірюючи час пробігу ультразвуку через бетон, потрібно забезпечити надійний акустичний контакт між бетоном і поверхнею датчиків, для цього їх змащують технічним вазеліном. При вимірюванні засобом наскрізного прозвучування датчики встановлюють з протилежних



боків виробу. Швидкість ультразвуку ( $V$ ) визначають за результатами вимірювання часу ( $t$ ) проходження ультразвуку на ділянці ( $l$ ) бетонної конструкції за формулою:

$$V = \frac{l}{t \times 10^{-6}}$$

де  $l$  – база прозвучування, мм;  
 $1 \text{ мкс} = 10^{-6} \text{ сек}$ ;  
 $t$  – час розповсюдження ультразвуку м/с.

#### *4.3. Методика побудови тарувальної залежності швидкості ультразвуку – міцність бетону*

Тарувальну залежність встановлюють за результатами ультразвукових і механічних випробувань бетонних контрольних зразків. Зразки виготовляють відповідно до ДСТУ Б В.2.7-214:2009 з того ж бетону і за тією ж технологією, що і вироби чи конструкції, які підлягають контролю. Під час проведення випробувань виготовляють не менше ніж 45 контрольних зразків-кубів розміром 15x15x15 см.

Міцність кубів на стиск визначають за ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Випробування на стиск проводять перпендикулярно до напрямку прозвучування.

#### *4.4. Висновки щодо роботи*

Підпис студента \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### Випробування товщини захисного шару бетону за допомогою приладу ИЗС-2

#### 5.1. Опис приладу

Прилад призначено для випробування товщини захисного шару бетону і розміщення арматури в готових залізобетонних виробках і конструкціях. Робота приладу заснована на вимірюванні електричних параметрів електромагнітної котушки при наближенні матеріалу. Прилад складається з ресструвального блока і датчика, з'єднаних між собою екранованим кабелем. У корпусі ресструвального блока розміщені перетворювач напруги, посилювач і акумуляторні батареї. На передній панелі корпусу блока розташовані вимірювальний прилад, перемикач діапазонів, ручка установки нуля, тумблер вмикання живлення і кнопка для контролю напруги акумуляторних батарей. Діапазон вимірювання товщини захисного шару бетону 5...55 мм, діаметри арматури 6, 8, 10 і 16 мм.

#### 5.2. Проведення випробувань (рис. 5 і 6)

Прилад вмикають установленням тумблера в положення «Вкл». Після цього ручкою «Напруга» встановлюють стрілку індикаторного приладу на червону риску в кінці шкали. Пересуваючи датчик за зразком до мінімального показника індикатора, знаходять напрямок залягання арматури до поздовжнього та поперечного напрямів. Потім датчик пересувають по напрямку арматури до мінімального показника індикатора і відраховують по шкалі глибину залягання арматури відповідного діаметра арматури. Виміряна величина відповідає відстані від площини датчика до найближчого утворювальної стержня арматури.



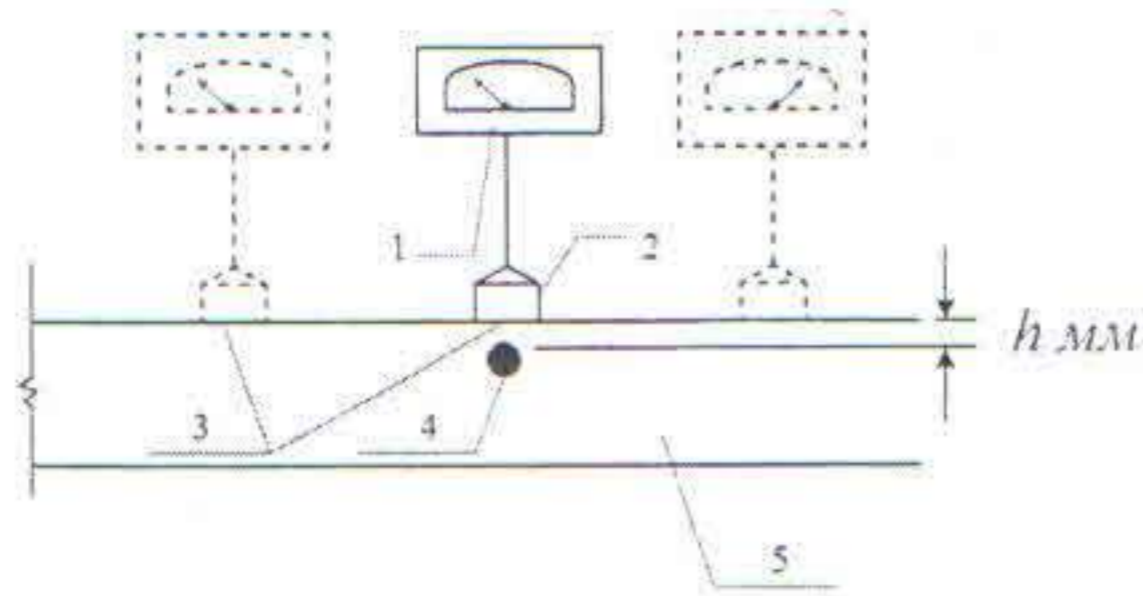


Рис. 5. Схема пошуку арматури за допомогою приладу ИЗС-2:  
 1 – вимірювальний прилад; 2 – датчик; 3 – точки вимірювання при пересуванні датчика по поверхні залізобетонного виробу;  $h$  мм – товщина захисного шару; 4 – арматура; 5 – залізобетонний виріб

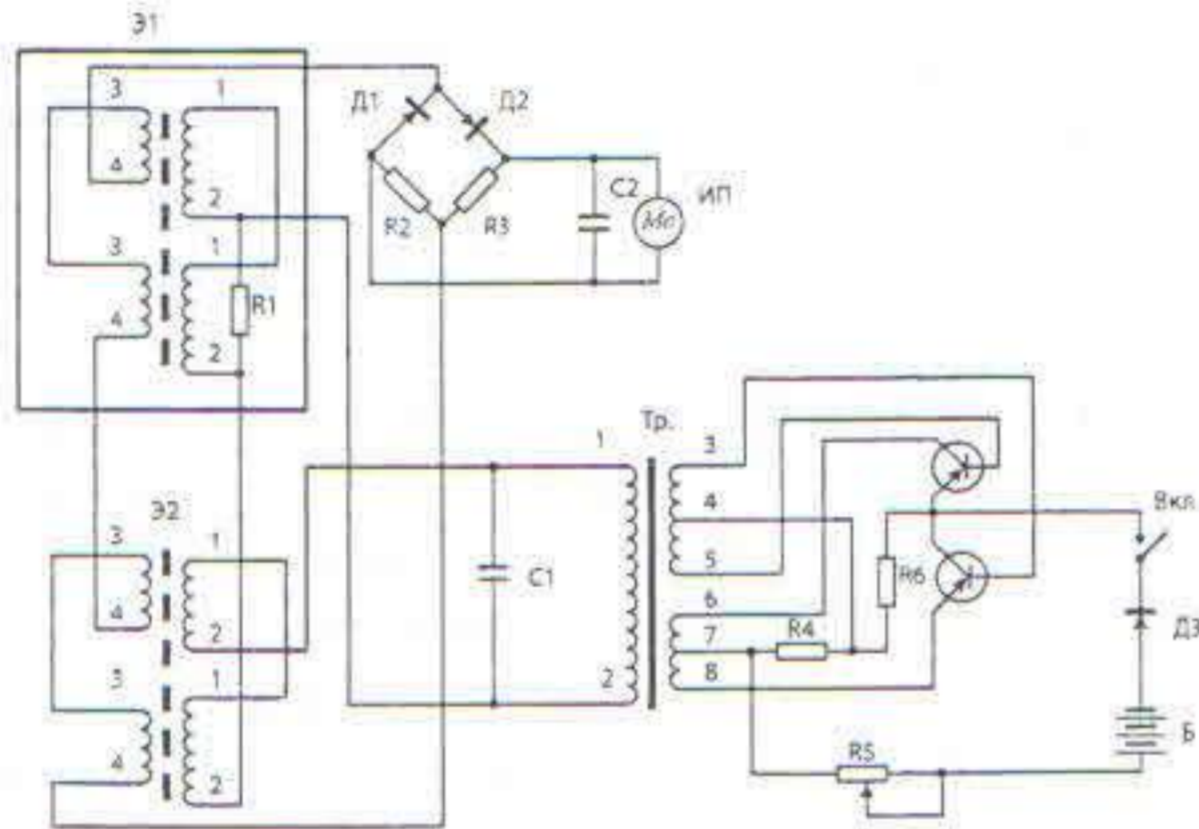


Рис. 6. Принципова електрична схема приладу ИЗС – 2

Результати вимірювання записують в табл. 5.

Таблиця 5

**Випробування товщини захисного шару бетону  
 за допомогою приладу ИЗС-2**

№ виробу	Діаметр арматури, мм		Величина відхилень, %		Товщина захисного шару, мм		Примітка
	Проект.	Шкала	Арм.	Захисного шару	Проект.	Шкала	

*5.3. Висновки щодо роботи*

Підпис студента \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### Визначення міцності бетону комплексним методом

#### 6.1. Загальні відомості

Неруйнівні методи контролю (кожний окремо) не дають повного уявлення про фізико-механічні властивості матеріалів, а дозволяють тільки одержати відомості про деякі з них. У зв'язку з цим для більш глибокого і всебічного дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів, виробів і конструкцій слід використовувати комплексні методи випробувань.

#### 6.2. Приклад проведення розрахунку

Для контролю міцності бетону були окремо застосовані методи, засновані на вимірюванні пружного відскоку, діаметри відбитку і швидкості проходження ультразвуку. Тарувальні залежності для цих методів забезпечують відповідно граничну похибку у визначенні міцності бетону:  $\pm 0,25$ ;  $\pm 0,2$  у 95% випадках. Вимагається точність більш ніж  $\pm 0,2$ . При цьому необхідно перевірити, чи можливо її підвищити при сумісному використанні зазначених неруйнівних методів. Найбільш можлива міцність бетону при використанні комплексного методу визначається за формулою:

$$R_{1 \text{ ком}} = \frac{\sum_{m=1}^n \frac{R_m}{(R_m \varepsilon_m)^2}}{\sum_{M=1}^n \frac{1}{(R_m \varepsilon_m)^2}},$$

де  $m$  – гранична похибка методів;

$n$  – кількість застосованих методів;

$R_m$  – значення міцності бетону, отримана окремими методами;

$\varepsilon_m$  – похибка визначення міцності.

#### 6.2. Співставлення методів випробувань

Якщо середня міцність однієї з серії зразків визначена за відскоком, відбитком і швидкості ультразвуку, дорівнює, відповідно, 300, 240 та 220 кгс/см<sup>2</sup>, тоді міцність за комплексним методом буде:

$$R_{1 \text{ ком}} = \frac{300}{\frac{(300 * 0,25)^2}{1}} + \frac{240}{\frac{(240 * 0,2)^2}{1}} + \frac{220}{\frac{(220 * 0,2)^2}{1}} = 239 \text{ кгс/см}^2.$$

### 6.3. Побудова графіків

За результатами проведених випробувань будують графіки із нанесенням результатів отриманих окремими методами, а також комплексним методом.

### 6.4. Висновки щодо роботи

Підпис студента \_\_\_\_\_

Підпис викладача \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_



### Список літератури

1. Системи управління якістю. Вимоги: ISO 17025. - [Чинний від 2009-06-22]. - Київ: Держспоживстандарт України, 2009. - 26 с. (Національні стандарти України).
2. Новгородський М.А. Испытание материалов, изделий и конструкций: підручник / М.А. Новгородський. - Киев: Вища школа, 1971. - 259 с.
3. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю: ДСТУ Б В.2.7-220:2009 - [Чинний від 2010-09-01]. - Київ: ГП «НИИСК», 2010. - 20 с. (Національні стандарти України).
4. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності: ДСТУ Б В.2.7-226:2009 - [Чинний від 2009-12-22]. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 38 с. (Національні стандарти України).
5. Конструкции и изделия железобетонные. Методы определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры: ГОСТ 17625 - [Чинний від 1983-06-29]. - Москва: Министерство промышленности строительных материалов СССР, 1983. - 16 с. (Государственный стандарт СССР).
6. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками: ДСТУ Б В.2.7-214:2009. - [Чинний від 2010-09-01]. - Київ: ГП «НИИСК», 2010. - 43 с. (Національні стандарти України).

ДЛЯ НОТАТОК



# КОНТРОЛЬ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ВИРОБІВ І МАТЕРІАЛІВ

Методичні вказівки  
до виконання лабораторних робіт  
для студентів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»  
спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів»

Укладачі: **Ковальчук** Олександр Юрійович,  
**Смешко** Володимир Володимирович,  
**Рогозіна** Наталія Володимирівна

Випусковий редактор *В.С. Сасько*  
Комп'ютерне верстання *Т.І. Кукаревої*

Підписано до друку 30.10.2019. Формат 60 × 84 <sup>1/16</sup>.  
Ум. друк. арк. 1,16. Обл.-вид. арк. 1,25.  
Електронний документ. Вид. № 78/III-19.

Видавець і виготовлювач  
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Свідчення про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.