



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний Університет водного господарства та
природокористування
Кафедра промислового, цивільного будівництва та
інженерних споруд

03-01-88

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Обстеження та випробування будівель і споруд»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціалізації «Промислове та цивільне будівництво»
денної і заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
комісією зі спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія»
Протокол № 5 від 07.05. 2019 р.

Рівне – 2019



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Обстеження та випробування будівель і споруд» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Промислове та цивільне будівництво» денної і заочної форм навчання / Караван В. В. – Рівне : НУВГП, 2019. – 23 с.

Укладач – Караван В. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Відповідальний за випуск – Є. М. Бабич, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

© Караван В. В., 2019

© НУВГП, 2019



ВСТУП

Навчальним планом підготовки бакалаврів за галуззю знань 19 “Архітектура та будівництво”, спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”, спеціалізацією “Промислове та цивільне будівництво” при вивченні навчальної дисципліни „Обстеження та випробування будівель і споруд” передбачено виконання лабораторних робіт у кількості 12 годин на підгрупу.

Студенти денної форми навчання отримують від викладача технічне завдання на виконання лабораторних робіт з зазначенням дослідної конструкції, методів і засобів діагностики її технічного стану та проведення експериментальних досліджень. За результатами проведених лабораторних робіт студенти оформлюють звіт (один на підгрупу) та захищають його викладачу. Звіт з лабораторних робіт оформлюється згідно вимог на папері формату А4 у вигляді рукописного або друкованого тексту з відповідними таблицями, схемами, картами, рисунками, діаграмами і графіками. Звіт на титульній сторінці підписують усі студенти підгрупи, що брали участь в його оформленні.

Метою виконання лабораторних робіт є:

- ознайомити студентів з методологічними основами та методами моделювання, обстеження і випробування будівельних конструкцій;
- вивчити роботу силового обладнання, вимірювальних приладів та засобів контролю, що використовуються під час дослідження стану будівельних конструкцій;
- навчити студентів та закріпити у них навички щодо оцінки впливу дефектів та пошкоджень на стан конструкцій;
- ознайомити студентів з елементами системи контролю якості будівельної продукції на стадіях її життєвого циклу.

В даних методичних вказівках наведені мета та задачі, обладнання і прилади, порядок виконання лабораторних робіт, а також таблиці для обробки результатів вимірювань та питання самоконтролю по кожній лабораторній роботі. Наведені зразки актів обстеження та випробування будівельних конструкцій.



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Обстеження та випробування будівель і споруд»
для студентів групи ПЦБ-4 ___, підгрупа __-а

Обстежити і випробувати **попередньо напружену залізобетонну балку** при дії короткочасного одноразового статичного навантаження (зосереджені сили для створення зони чистого згину) та оцінити стан і якість її виготовлення.

Рекомендовані прилади: визначення міцності бетону – ОНИКС-2.5, еталонний молоток Кашкарова; вимірювання положення, діаметра арматури та товщини захисного шару бетону – прилад електромагнітної дії ПОИСК-2.5, (ІЗС-10Н); вимірювання попереднього напруження в арматурі – ЭИН-МГ2. Для визначення прогинів – прогиноміри 6ПАО та Максимова; вимірювання переміщень та деформацій матеріалів – індикатори годинникового типу ІЧ-10м, 1МИГ, 2МИГ; тензометри Гугенбергера; електротензодатчики; тензометрична система СИИТ-3(5) або їх аналог; для вимірювання ширини розкриття тріщин – мікроскоп типу МПБ-3.

Навантаження й тип вантажів: пресове обладнання, тимчасовий стенд, динамометр, гідродомкрат.

Метричні прилади: рулетка, лінійка, штангенциркуль, ваги.

Дати коротку характеристику перелічених вимірювальних приладів та описати їх принцип дії, будову і порядок роботи. Провести огляд конструкції, інструментальні вимірювання, оцінити її якість виготовлення та технічний стан. Визначити фізико-механічні характеристики бетону дослідних зразків використовуючи руйнівні та неруйнівні методи випробувань. Скласти програму та методику експериментальних досліджень конструкції. Ознайомитися з дослідною установкою. Випробувати конструкцію статичним контрольним навантаженням. Обробити експериментальні дані по вимірювальним приладам, оцінити жорсткість, несучу здатність, експлуатаційну придатність конструкції за результатами випробувань. Виконати перерахунок несучої здатності конструкції на наявні дефекти і пошкодження. Скласти висновки по роботі, рекомендації, акти обстеження та випробування конструкції.

Завдання видав:
к.т.н., доцент кафедри ПЦБІС

/В.В. Караван/



Лабораторна робота №1. Вимірювальні прилади, силове обладнання та пристрої для випробувань

Мета та задачі роботи

Метою роботи є вивчення основ методології експериментальних досліджень, методів та засобів створення силових навантажень і вимірювань в інженерній практиці.

В лабораторній роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- ознайомитися з основами моделювання будівельних конструкцій;
- отримати навички щодо вибору величини та характеру навантаження;
- вивчити будову силового обладнання, установок та пристроїв, за допомогою яких відтворюється статичне навантаження;
- ознайомитися з методами та засобами вимірювання, що використовуються в інженерній практиці;
- вивчити роботу вимірювальних приладів та пристроїв, за допомогою яких проводять обстеження та випробування будівельних конструкцій, будівель і споруд.

Обладнання, прилади та документація

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати такі вимірювальні прилади та обладнання: тимчасовий стенд з усіма пристроями для випробувань; ваги; рулетку і лінійку; штангенциркуль; прогиноміри БПАО та Максимова; індикатори ИЧ-10М, 1МИГ (2МИГ); тензомер Гугенбергера; тензорезистори з автоматичним реєструючим приладом типу СИИТ-3(5); мікроскоп МПБ-3; еталонний молоток Кашкарова; прилад імпульсної дії ОНИКС-2.5; електромагнітні прилади ИЗС-10Н та ПОИСК-2.5; прилад частотної дії ЭИН-МГ2; динамометр; гідравлічний прес; інвентарну опалубку для виготовлення попередньо напружених з/б конструкцій; каталог вимірювальних приладів або інструкції до їх використання.

Порядок виконання роботи

1. За допомогою каталогів чи відповідних інструкцій ознайомитись з призначенням, будовою та принципом дії зазначених вимірювальних приладів.



2. Вивчити будову та принцип дії тимчасового стенду; допоміжного обладнання та пристроїв, за допомогою яких здійснюють випробування.
3. Виміряти довжину та розміри поперечного перерізу великомасштабної моделі конструкції і занести їх до табл. 1.
4. За відомого масштабу лінійних перетворень визначити основні параметри натурної конструкції, результати обчислень занести до табл. 1. Аналогічні розрахунки виконати для моделі, якщо задані параметри натурної конструкції.

Обробка результатів вимірювань

Таблиця 1

Основні параметри натурної конструкції та її моделі

Елементи	Параметри						
	Лінійні розміри, см			Модуль пружності E_c , МПа	Коефіцієнт Пуассона, ν	Контрольне навантаження за міцністю P_k , кН	Контрольний прогин f_k , кН
l	h	b					
Натурна кон-ція							
Модель							
Масштаб перетворення							

Звіт до роботи

- вказати мету та задачі лабораторної роботи;
- дати характеристику вимірювальних приладів та пристроїв, які використовують при випробуванні конструкцій;
- дати характеристику великомасштабної моделі та натурної конструкції, вказати основні їх параметри (табл. 1).

Контрольні запитання

1. Модель. Суть моделювання, види моделювання.
2. Індикатори подібності. Масштаби перетворення.
3. Способи створення статичних навантажень. Типи вантажів.
4. Будова та робота тимчасового (стаціонарного) стенду.
5. Методи та засоби вимірювань в інженерній практиці. Призначення, будова, робота приладів.
6. Класифікація вимірювальних приладів.



Лабораторна робота №2. Відбір конструкцій для випробувань та їх обстеження

Мета та задачі роботи

Мета роботи – ознайомитися з особливостями виготовлення будівельних конструкцій та основними правилами їх обстеження і відбору для випробувань.

В лабораторній роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчити методику обстеження будівельних конструкцій;
- ознайомитися з особливостями виготовлення конструкцій та правилами їх відбору для випробувань;
- вивчити методи та засоби контролю величини попереднього напруження арматури під час виготовлення конструкцій;
- провести огляд конструкції, відібраної для випробувань, та визначити її характерні дефекти і пошкодження.

Обладнання, прилади та документація

Для виконання лабораторної роботи необхідні: конструкція, що була відібрана для випробувань; інвентарна опалубка з арматурним стержнем, натягнутим до контрольного напруження; — прилад ЭИН-МГ2; рулетка та лінійка; штангенциркуль; мікроскоп; каталог вимірювальних приладів або інструкцію до їх використання.

Порядок виконання роботи

1. За допомогою чинних норм та літературних джерел ознайомитися з методикою обстеження будівельних конструкцій, особливостями їх виготовлення та правилами відбору для випробувань.
2. Використовуючи інструкції ознайомитися з роботою та порядком підготовки до вимірювань приладу ЭИН-МГ2. Визначити величину попереднього напруження арматурного стержня, дані занести в табл. 2.
3. У конструкціях визначити наявні дефекти і пошкодження. Дати кількісну і якісну оцінку виявлених дефектів та пошкоджень, результати досліджень занести до табл. 3. Скласти карти дефектів, здійснити фотофіксацію виявлених дефектів і пошкоджень конструкції.



4. Оформити акт обстеження, в якому необхідно: вказати відомості про обстеження конструкції, відмітити виявлені дефекти і пошкодження та вказати їх вплив на несучу здатність конструкції і способи їх усунення.

Обробка результатів вимірювань

Таблиця 2

Результати вимірювань величини попереднього напруження арматурних стержнів

Характеристика стержня		№ вимірювання	Напруження в арматурі, МПа	
клас та діаметр, мм	довжина, мм		$\sigma_{p, oi}$	σ_p
		1		
		...		
		n		

Таблиця 3

Відомість дефектів і пошкоджень

№ з/п	Назва	Параметри дефектів / пошкоджень, мм	Ймовірні причини появи дефектів / пошкоджень	Вплив на стан та роботу конструкції
1				
...				
n				

Звіт до роботи

- вказати мету та задачі лабораторної роботи;
- навести результати вимірювання величини попереднього напруження арматурного стержня;
- дати характеристику відібраної для випробування конструкції та навести результати її обстеження;
- як проміжний звіт скласти та захистити акт обстеження відібраної для випробування конструкції.

Контрольні запитання

1. Назвіть етапи обстеження конструкцій будівель і споруд.
2. Назвіть основні роботи кожного з етапів обстеження.
3. Структура технічного завдання на проведення досліджень.
4. Особливості виготовлення та правила відбору конструкцій для випробувань при вирішенні науково-дослідних та практичних задач.



5. Призначення, порядок підготовки та робота з приладом ЭИН-МГ2.
6. Суть та мета обстеження конструкцій, відібраних для випробувань.
7. Назвіть основні дефекти та пошкодження будівельних конструкцій: бетонних та залізобетонних, металевих, дерев'яних, кам'яних та армокам'яних.

Лабораторна робота №3. Визначення міцності бетону та армування конструкцій ***Мета та задачі роботи***

Метою роботи є вивчення основних методів та засобів руйнівного і неруйнівного контролю якості будівельної продукції.

У лабораторній роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчити найпоширеніші неруйнівні методи дослідження будівельних конструкцій;
- ознайомитися з роботою механічних, імпульсних, електромагнітних та інших приладів неруйнівного контролю якості будівельної продукції;
- застосовуючи методи та прилади неруйнівного контролю, визначити міцність бетону у дослідних зразках;
- за допомогою руйнівних методів визначити фактичну міцність бетону дослідних зразків;
- для залізобетонної конструкції визначити товщину захисного шару бетону, положення та діаметр арматури.

Обладнання, прилади та документація

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати такі вимірювальні прилади і обладнання: рулетку, лінійку та штангенциркуль; індикатори 1МИГ (2МИГ); еталонний молоток Кашкарова; електромагнітний прилад індукційного типу ИЗС-10Н; прилад імпульсної дії ОНИКС-2.5; електромагнітний прилад ПОИСК-2.5; гідравлічний прес та дослідні бетонні зразки (куби, призми) для контрольних випробувань; залізобетонна конструкція; каталог вимірювальних приладів або інструкції до їх використання.



Порядок виконання роботи

1. За допомогою каталогів чи відповідних інструкцій ознайомитись з призначенням, будовою та принципом дії зазначених вимірювальних приладів. Ознайомитися з основними неруйнівними методами дослідження будівельних конструкцій.
2. Визначити міцність бетону дослідних зразків неруйнівними методами за допомогою приладу ОНИКС-2.5 та еталонного молотка Кашкарова. Результати досліджень занести у таблиці 4 – 5.
3. Визначити фактичну міцність бетону дослідних зразків руйнівним методом шляхом випробування у гідравлічному пресі. Результати випробувань занести до таблиці 6.
4. За допомогою приладів ПОИСК-2.5 та ИЗС-10Н визначити у залізобетонній конструкції положення і діаметр арматури, а також товщину захисного шару бетону. Результати занести до таблиці 7.
5. Провести обробку результатів вимірювань, визначити кубову та призмову міцність бетону дослідних зразків різними методами, визначити клас бетону зразків. Виконати порівняльний аналіз точності визначення міцності бетону дослідних зразків неруйнівними методами по відношенню до фактичної міцності (руйнівний метод). Сформулювати висновки по роботі.

Обробка результатів вимірювань

Таблиця 4

Результати дослідження міцності бетону дослідних зразків еталонним молотком Кашкарова

№ зразка / зони	№ удару	Відбитки		$\frac{\sum d_b}{\sum d_s}$	Міцність R_i , МПа	Розходження $R_i - \bar{R}$ МПа
		на бетоні d_b , мм	на сталі d_s , мм			
1... n	1					
	...					
	n					
	Σ					



Таблиця 5

Результати визначення міцності бетону приладом ОНИКС-2.5

№ зразка / зони	№ удару	Міцність R_i , МПа	Середнє значення міцності \bar{R} , МПа	Розходження $R_i - \bar{R}$, МПа
1... n	1			
	...			
	n			

Таблиця 6

Результати визначення міцності бетону руйнівним методом

Зразки	Розміри зразків $a \times b \times h$, см	Площа поперечного перерізу A , см^2	Руйнівне навантаження P_R , кН	Міцність бетону R_i , МПа

Таблиця 7

Результати дослідження приладами ПОИСК-2.5 та ИЗС-10Н

Тип арматури	Діаметр стержнів за шкалою приладу, мм	Відліки		Різниця відліків	Товщина прокладки, мм	Висновок
		без прокладки	з прокладкою			
	4					
	5					
	6					
	8					
	10					
	12					
	14					
	16					
	18					
	20-25					
28-32						



Звіт до роботи

- вказати мету та задачі лабораторної роботи;
- навести результати всіх вимірювань та випробувань (табл. 4-7);
- доповнити характеристику досліджуваної конструкції наступними відомостями: ступенем відповідності проектних і фактичних фізико-механічних властивостей матеріалів, кількістю та розміщенням арматурних стержнів і виробів;
- провести обробку результатів вимірювань, сформулювати висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Назвіть головні критерії оцінки якості будівельної продукції.
2. Класифікація неруйнівних методів випробування.
3. Суть випробування неруйнівними механічними методами.
4. Суть випробування за методами: ультразвуковим імпульсним, ударним акустичним, імпульсним „ехо-методом”, „тіньовим”, електромагнітним індукційним.
5. Будова, підготовка до вимірювань та робота з приладами: еталонний молоток Кашкарова, ГПНВ-5, ОНИКС-2.5.
6. Будова, порядок підготовки до вимірювань та робота з електромагнітним приладом ИЗС-10Н та ПОИСК-2.5.
7. Дайте коротку характеристику досліджень за методами проникаючих середовищ.
8. Вкажіть область застосування, переваги і недоліки руйнівних методів дослідження будівельних конструкцій.
9. Дайте визначення класу бетону.

Лабораторна робота №4. Підготовка будівельних конструкцій до випробувань

Мета та задачі роботи

Мета роботи – вивчити методику підготовки будівельних конструкцій до випробувань.

В лабораторній роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити методику випробування заданої конструкції;
- виконати монтаж конструкції в дослідну установку та підготувати обладнання і вимірювальні прилади до випробувань;



- позначити місця розташування вимірювальних приладів та змонтувати їх на конструкцію;
- випробувати дослідну конструкцію пробним навантаженням.

Обладнання, прилади та документація

Для виконання лабораторної роботи необхідні такі вимірювальні прилади та обладнання: тимчасовий стенд з усіма пристроями для випробувань; динамометр; рулетка та лінійка; прогиноміри 6ПАО або Максимова; індикатори ИЧ-10М та 1МИГ (2МИГ); тензомер Гугенбергера; каталог вимірювальних приладів або інструкцію до їх використання.

Порядок виконання роботи

1. Користуючись допоміжною літературою розробити методику випробувань дослідної конструкції.
2. Конструкцію виставити на опори стенду, змонтувати завантажувальні пристрої.
3. Побілити поверхню залізобетонної конструкції в зонах можливої появи нормальних і похилих тріщин.
4. Виставити поміст чи огороження так, щоб забезпечити вільний доступ до конструкції та вимірювальних приладів.
5. Встановити вимірювальні прилади відповідно до розробленої схеми випробувань конструкції.
6. Випробувати дослідну конструкцію пробним навантаженням.

Звіт до роботи

- вказати мету та задачі лабораторної роботи;
- описати методику випробування дослідної конструкції, привести розрахункову схему конструкції, робочу схему випробувань, схему дослідної установки та схему розташування вимірювальних приладів;

Контрольні запитання

1. Які питання повинні знайти своє відображення під час розробки методики випробування конструкції?
2. Який порядок завантаження конструкції статичним навантаженням та зняття відліків з приладів?
3. Вимоги та правила, яких необхідно дотримуватися під час розташування вимірювальних приладів.
4. З якою метою здійснюється перевірка вимірювальних приладів?
5. Навіщо випробовують зразки пробним навантаженням?



Лабораторна робота №5. Випробування будівельних конструкцій статичним навантаженням

Мета та задачі роботи

Мета роботи – вивчити та закріпити на практиці основні положення методики випробування будівельних конструкцій.

В лабораторній роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- випробувати дослідну конструкцію статичним навантаженням;
- вивчити роботу і дійсний напружено-деформований стан дослідної конструкції при дії статичного навантаження;
- результати вимірювань зафіксувати в журналі випробувань.

Обладнання, прилади та документація

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати такі вимірювальні прилади та обладнання: тимчасовий стенд з пристроями для випробувань; рулетку та лінійку; прогиноміри 6ПАО або Максимова; індикатори ИЧ-10М та 1МИГ (2МИГ); тензомер Гугенбергера; мікроскоп типу МПБ-3; маркер; каталог вимірювальних приладів або інструкцію до їх використання.

Порядок виконання роботи

1. Зняти початкові (нульові) відліки за всіма вимірювальними приладами та занести їх до журналу вимірювань (табл. 8).
2. Відповідно до схеми та карти завантаження, прикласти до конструкції навантаження першого ступеню. Зняти відповідні відліки за всіма вимірювальними приладами на початку та після витримки конструкції під навантаженням, згідно методики випробувань, занести їх до журналу вимірювань. Виявлені тріщини позначити на поверхні конструкції маркером, виміряти їх параметри (довжину, проекцію, ширину розкриття), дані занести в таблицю.
3. Всі зазначені вище операції необхідно повторити на кожному ступені навантаження конструкції, аж до закінчення випробувань, дотримуючись розробленої методики дослідження.
4. Розвантажити конструкцію ступенями, фіксуючи та заносючи у журнал вимірювань відліки з приладів. Зафіксувати залишкову ширину розкриття тріщин.



Обробка результатів вимірювань

Таблиця 8

Покази за приладами при випробуванні дослідної конструкції

№ ступеня	Навантаження, кН	Відліки за приладами					Параметри тріщин	Примітки
		I-1	I-2	I-3	T-1	P-1		
0	0							
1... n								
0	0							

Звіт до роботи

- вказати мету та задачі лабораторної роботи;
- оформити результати випробування конструкції (табл. 8);
- навести карту утворення та розвитку тріщин під навантаженням в дослідній конструкції.

Контрольні запитання

1. Назвіть вимоги, яких необхідно дотримуватися під час проведення випробувань конструкцій.
2. Опишіть методику виявлення та реєстрації розвитку тріщин.
3. Назвіть особливості випробування конструкцій у випадку доведення їх до повного руйнування.
4. Назвіть основні критерії руйнування залізобетонних конструкцій.
5. Наведіть порядок завантаження конструкцій та зняття відліків за приладами.
6. Для чого і яким чином визначається просідання опор стенда під час вимірювання прогинів конструкції?

Лабораторна робота №6. Обробка результатів випробувань та оцінка стану дослідної конструкції

Мета та задачі роботи

Мета роботи – вивчити та закріпити на практиці методику обробки результатів випробування будівельних конструкцій та методику оцінки їх стану.

В лабораторній роботі необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчити методику обробки результатів випробування конструкцій;



- обробити результати випробування дослідної конструкції;
- оцінити стан (міцність, жорсткість, тріщиностійкість) конструкції за результатами випробування.

Обладнання та документація

Для виконання лабораторної роботи необхідно мати: калькулятор для проведення обчислень; креслярські приналежності; листи міліметрового паперу; каталог вимірювальних приладів або інструкцію до їх використання.

Порядок виконання роботи

1. Провести обробку результатів вимірювання лінійних переміщень опор, дані занести до таблиці 9.
2. Визначити прогин дослідної конструкції на кожному ступені навантаження. Результати обчислень занести до табл. 10.
3. Провести обробку результатів вимірювання деформацій арматури та бетону. Визначити відносну деформацію матеріалів. Дані вимірювання занести у таблицю 11.
4. Побудувати графіки залежності прогину, відносної деформації бетону і арматури, переміщення опор, ширини розкриття тріщин конструкції від діючого навантаження.
5. Оцінити міцність, жорсткість, тріщиностійкість конструкції.
6. Скласти акт випробування дослідної конструкції.

Обробка результатів вимірювань

Таблиця 9

Лінійне переміщення опор конструкції

№ ступеня нав-ня	Навантаження, кН	Переміщення, мм		Середнє значення, мм
		I-2	I-3	
0	0	0	0	0
1...n				
0	0			

Таблиця 10

Прогин дослідної конструкції

Навантаження, кН	0									0
Прогин f , мм	0									



Деформації матеріалів конструкції

№ ступеня	Навантаження, кН	Абсолютна деформація, мм		Відносна деформація	
		бетону ϵ_c	арматури ϵ_s	бетону ϵ_c	арматури ϵ_s
		I-I	T-T	I-I	T-T
0	0	0	0	0	0
1...n					
0	0				

Звіт до роботи

- вказати мету та задачі лабораторної роботи;
- навести результати обробки експериментальних даних по приладам (табл. 9 – 11);
- накреслити на листах міліметрового паперу графіки залежності прогину, відносної деформації бетону і арматури, переміщення опор, ширини розкриття тріщин конструкції від діючого навантаження;
- навести кінцеву оцінку стану дослідної конструкції з відповідною аргументацією;
- скласти акт випробування дослідної конструкції.

Контрольні запитання

1. Назвіть етапи обробки результатів випробування.
2. Обробка результатів за відліками приладів при науково-дослідних випробуваннях.
3. За якими основними параметрами оцінюють загальний стан дослідної конструкції?
4. Назвіть ознаки граничного стану будівельних конструкцій.
5. Поясніть, як за експериментальними даними визначають „чистий” прогин конструкції?



Додаток А

Таблиця А.1

Міцність бетону за еталонним молотком Кашкарова

d_f/d_s	R, МПа	d_f/d_s	R, МПа	d_f/d_s	R, МПа	d_f/d_s	R, МПа	d_f/d_s	R, МПа
3,00	3,5	2,60	8,0	2,20	13,0	1,8	18,3	1,4	33,0
2,99	3,6	2,59	8,12	2,19	13,1	1,79	18,55	1,39	33,8
2,98	3,7	2,58	8,24	2,18	13,2	1,78	18,8	1,38	34,6
2,97	3,8	2,57	8,36	2,17	13,3	1,77	19,05	1,37	35,4
2,96	3,9	2,56	8,48	2,16	13,4	1,76	19,3	1,36	36,2
2,95	4,0	2,55	8,6	2,15	13,5	1,75	19,55	1,35	37,0
2,94	4,1	2,54	8,72	2,14	13,6	1,74	19,8	1,34	37,8
2,93	4,2	2,53	8,84	2,13	13,7	1,73	20,05	1,33	38,6
2,92	4,3	2,52	8,96	2,12	13,8	1,72	20,3	1,32	39,4
2,91	4,4	2,51	9,08	2,11	13,9	1,71	20,55	1,31	40,2
2,90	4,5	2,50	9,2	2,10	14,0	1,70	20,8	1,30	41,0
2,89	4,65	2,49	9,35	2,09	14,12	1,69	21,12	1,29	42,0
2,88	4,8	2,48	9,5	2,08	14,24	1,68	21,44	1,28	43,0
2,87	4,95	2,47	9,65	2,07	14,36	1,67	21,76	1,27	44,0
2,86	5,1	2,46	9,8	2,06	14,48	1,66	22,08	1,26	45,0
2,85	5,25	2,45	9,95	2,05	14,6	1,65	22,4	1,25	46,0
2,84	5,4	2,44	10,1	2,04	14,72	1,64	22,72	1,24	47,0
2,83	5,55	2,43	10,25	2,03	14,84	1,63	23,04	1,23	48,0
2,82	5,7	2,42	10,4	2,02	14,96	1,62	23,36	1,22	49,0
2,81	5,85	2,41	10,55	2,01	15,08	1,61	23,68	1,21	50,0
2,80	6,0	2,40	10,7	2,00	15,2	1,60	24,0	1,20	51,0
2,79	6,1	2,39	10,8	1,99	15,36	1,59	24,35	1,19	51,9
2,78	6,2	2,38	10,9	1,98	15,52	1,58	24,7	1,18	52,8
2,77	6,3	2,37	11,03	1,97	15,68	1,57	25,05	1,17	53,7
2,76	6,4	2,36	11,14	1,96	15,84	1,56	25,1	1,16	54,6
2,75	6,5	2,35	11,25	1,95	16,0	1,55	25,75	1,15	55,5
2,74	6,6	2,34	11,36	1,94	16,16	1,54	26,1	1,14	56,4
2,73	6,7	2,33	11,47	1,93	16,32	1,53	26,45	1,13	57,3
2,72	6,8	2,32	11,58	1,92	16,48	1,52	26,8	1,12	58,2
2,71	6,9	2,31	11,69	1,91	16,64	1,51	27,15	1,11	59,1
2,70	7,0	2,30	11,8	1,90	16,8	1,50	27,5	1,1	60,0
2,69	7,1	2,29	11,92	1,89	16,95	1,49	28,05		
2,68	7,2	2,28	12,04	1,88	17,1	1,48	28,6		
2,67	7,3	2,27	12,16	1,87	17,25	1,47	29,15		
2,66	7,4	2,26	12,28	1,86	17,4	1,46	29,7		
2,65	7,5	2,25	12,4	1,85	17,55	1,45	30,25		
2,64	7,6	2,24	12,52	1,84	17,7	1,44	30,8		
2,63	7,7	2,23	12,64	1,83	17,85	1,43	31,35		
2,62	7,8	2,22	12,76	1,82	18,0	1,42	31,9		
2,61	7,9	2,21	12,88	1,81	18,15	1,41	32,45		



ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Караван В.В. Обстеження та випробування будівель і споруд : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 137 с.
2. Бабич Є.М., Караван В.В., Бабич В.Є. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник. Волинські обереги, 2018. 176 с.
3. Обследование и испытание сооружений : учеб. для вузов / Лужин О.В. та ін. ; за ред. О.В. Лужина. М : Стройиздат, 1987. 263 с.
4. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд : навч. посіб. Львів : Національного університету „Львівська політехніка”, 2008. 108 с.
5. Кліменко В.З., Белов І.Д. Випробування та обстеження будівельних конструкцій і споруд : навч. посіб. Київ : Основа, 2005. 207 с.
6. Лучко Й.Й., Коваль П.М., Дем’ян М.Л. Методи дослідження та випробування будівельних матеріалів і конструкцій : навч. посіб. Львів : Каменярь, 2001. 436 с.
7. ДСТУ–Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 44 с.
8. ДБН 362-92 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації. Вид. офіц. Київ : Державний комітет України в справах архітектури, будівництва та охорони історичного середовища, 1995. 46с.
9. ДСТУ–Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 127 с.
10. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 23 с.
11. ДСТУ Б В.7-43-96 Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 1997. 17 с.



Додаток Б

АКТ обстеження несучих конструкцій з'єднувальної вставки будівлі головпоштампу

Відповідно до договору №777 від 05.11.2019 року між Рівненським головпоштампом і НУВГП співробітниками лабораторії будівельних конструкцій, будівель та споруд були обстежені підвал та перший поверх з'єднувальної вставки будівлі головпоштампу з метою визначення технічного стану несучих конструкцій і розробки відповідних технічних рішень з їх підсилення.

Будь яка технічна та проектна документація на будівлю та її конструкції відсутня. Всі відомості про розміри будівлі та її конструкцій, склад перекриття та покриття, фізико-механічні характеристики матеріалів отримані шляхом натурних вимірювань і досліджень та застосування методів неруйнівного контролю.

В процесі досліджень встановлено, що перекриття та покриття виконані із збірних багатопустотних залізобетонних плит прольотом 4 і 6 м по залізобетонним балкам прольотом 4 м. Балки мають розмір прямокутного перерізу 450×200 мм і опираються на цегляні стіни. В результаті обстеження балок перекриття виявлені похилі тріщини в них, ширина розкриття яких досягає 7 мм. Ширина розкриття нормальних тріщин балок не перевищує граничних значень, встановлених нормами. За допомогою приладу ОНИКС-2.5 визначено, що клас бетону балок складає С12/15. Розміщення та діаметр арматури контролювався приладом ПОИСК-2.5, клас арматури – візуально. В розтягнутій зоні балки армовані двома стержнями Ø12 А-III; поперечна робоча арматура – Ø6 А-I, розміщена з кроком 150...200 мм; захисний шар бетону поздовжньої робочої арматури становить 12 мм. Ширина розкриття похилих тріщин балок значно перевищує допустимі значення. Розвиток тріщин в конструкціях зумовлюють також динамічні навантаження на перекриття від рухомого транспорту.

Багатопустотні плити перекриття і покриття прольотом 4 та 6 м, висотою 220 мм і шириною 1,2 та 1,5 м мають клас бетону С20/25, поздовжня робоча арматура плит – 5Ø16 А-IIIв і 7Ø18 А-IIIв



відповідно, захисний шар бетону – 20 мм. Дефектів і пошкоджень, що знижували б несучу здатність плит, не виявлено.

При візуальному обстеженні виявлено тріщини в цегляній несучій стіні по осі А, зумовлені просіданням основ і фундаментів. Протягом місяця велися спостереження за ними при допомозі гіпсових маяків. В результаті було виявлено, що тріщини надалі не розвиваються, а нові не утворюються, однак, не можна стверджувати, що процес тріщиноутворення остаточно стабілізувався, так як зміни в умовах експлуатації будівлі можуть дати новий поштовх для їх розвитку. Встановлено також, що в стіні по осі А, безпосередньо під залізобетонними балками, керамічна цегла зазнала місцевого руйнування, про що свідчать численні виколи та характерні тріщини. Вимірювання показали, що величина обпирання балок на стіну по осі А становить лише 8 см. Виявлені відхилення і дефекти можуть призвести до руйнування цегляної стіни та перекриття.

ВИСНОВКИ

1. Багатопустотні залізобетонні плити перекриття і покриття будівлі на час обстеження знаходяться в нормальному технічному стані.
2. Залізобетонні балки перекриття будівлі знаходяться в аварійному технічному стані і вимагають демонтажу або підсилення.
3. Цегляна стіна по осі А будівлі на час обстеження знаходиться в непридатному для нормальної експлуатації технічному стані. Всі інші стіни в осях будівлі – в задовільному технічному стані.
4. З врахуванням місцевих умов, підсилення залізобетонних балок перекриття доцільно виконувати із використанням профільного металу, або методом пристрілювання листової сталі дюбелями. Проект підсилення конструкцій наведений на аркушах АП1...АП7.
5. З огляду на стан цегляної стіни по осі А, необхідно частково розвантаживши її, обперти балки перекриття на змуровані армоцегляні стовпи, які в свою чергу будуть передавати навантаження на окремі фундаменти. Проект робіт наведено на аркушах АП8...АП10.

30.12.2019 р.

С. н. с., к.т.н.

М. н. с.

І.І. Іванов

П.П. Петренко



Додаток В

АКТ

випробування залізобетонної багатопустотної плити перекриття типу ПК90.15-8A_T-V

Відповідно до договору №77 від 23.06.2019 р. між Рівненським домобудівельним комбінатом та НУВГП співробітниками лабораторії будівельних конструкцій, будівель та споруд були проведені випробування залізобетонної багатопустотної плити перекриття типу ПК90.15-8A_T-V, виготовленої на РДК за типовим проектом серії 1.241-1 „Панели перекрытий железобетонные многпустотные. Выпуск 39. Предварительно напряжённые длиной 898 см, шириной 99, 119 и 149 см, армированные стержнями из стали класса A_T-V”. Випробування проведені з метою перевірки несучої здатності, жорсткості та тріщиностійкості плит перед впровадженням їх у масове виробництво.

За попередньо напружену арматуру у плиті використана сталь класу А800 в кількості шести стержнів діаметром 18 мм замість восьми проектних стержнів діаметром 16 мм А_T-V. Плита (ПП-1) була виготовлена 07.05.2019 р., а випробувана 09.07.2019 р. Клас бетону плити на час випробування визначений приладом ОНИКС-2.5 і становив С30/35, що відповідає проектному. Візуальний огляд плити та лінійні вимірювання показали, що її геометричні розміри відповідають проектним. Візуальне обстеження не виявило суттєвих дефектів і пошкоджень у плиті, які б могли вплинути на її несучу здатність і придатність до нормальної експлуатації. Величина захисного шару бетону відповідала проектному значенню.

Плита ПП-1 випробовувалась штучними вантажами (бетонними блоками 35×40×60 см) відповідно до проектної схеми завантаження. Для контролю прогинів плити використовувалися прогиноміри БПАО з ціною поділки 0,01 мм, деформації бетону фіксували індикаторами 2МИГ з ціною поділки 0,002 мм, деформацію сталі – тензометрами Гугенбергера з ціною поділки 0,001 мм. Випробування плити проводили відповідно до вимог ГОСТ 8829-85 „Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные.



Методы испытания нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости”.

Контрольне навантаження при випробуванні плити становило: при перевірці жорсткості – 6,1 кПа (620 кгс/м^2), при перевірці тріщиностійкості – 7,3 кПа (745 кгс/м^2), при перевірці міцності – 15 кПа (1530 кгс/м^2). Контрольний прогин становив 21,6 мм, а контрольна ширина розкриття тріщин – 0,20 мм. Максимальний фактичний прогин, за якого плити визнаються придатними до експлуатації, не повинен перевищувати 23,8 мм.

Згідно розробленої методики випробування плиту ПП-1 завантажували ступенями статичним навантаженням. На перших ступенях навантаження, після кожного з них, проводилась 10-ти хвилинна витримка, протягом якої знімали відліки за приладами та проводили огляд плити. Після досягнення контрольного навантаження за жорсткістю, тривалість витримка збільшилася до 30-ти хвилин.

При контрольному навантаженню за жорсткістю прогин плити досяг 18,82 мм, а ширина розкриття тріщин, за контрольного навантаження за тріщиностійкістю – досягла 0,12 мм. За навантаження в 1245 кгс/м^2 прогин плити перевищував 298,45 мм, тобто перевищував гранично допустиме значення $l_0/30 = 295 \text{ мм}$. Отже, плита ПП-1 вичерпала свою несучу здатність за вказаного навантаження.

ВИСНОВКИ

1. Випробувана плита ПК90.15-8А_т-V відповідає вимогам ГОСТ 8829-85 „Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытания нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости” за жорсткістю та тріщиностійкістю. Вимоги за міцністю по плиті не забезпечені.
2. Виходячи з результатів випробувань по плити несуча здатність її вичерпана при навантаженні більшому за 1105 кгс/м^2 , але меншому за 1530 кгс/м^2 . Отже необхідно провести повторні випробування плит ПК90.15-8А_т-V.

26.07.2019 р.

С. н. с., к.т.н.

М. н. с.

І.І. Іванов

П.П. Петренко