

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗУЛЯК ТАРАС ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 624.012.25

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЛЕГКОГО БЕТОНУ НЕРУЙНІВНИМИ
МЕТОДАМИ КОНТРОЛЮ**

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього рівня «магістр»

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України.

Керівник роботи: **к.т.н., доц. Конончук Олександр Петрович,**
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,
доцент кафедри будівельних конструкцій.

Рецензент: **Лупійчук Сергій Ігорович,**
ПП «АГАТА-БУД»,
генеральний директор.

Захист відбудеться 29 травня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №7 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №2, ауд. 35.

Секретар екзаменаційної комісії №7 _____ Міщук О.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Перед інженером-будівельником часто постає питання оцінки технічного стану та надійності конструкцій, розв'язання проблем можливості їх подальшої експлуатації або реконструкції чи підсилення. Також в сучасних умовах будівництва, зокрема при виготовленні монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій, все частіше виникає необхідність поточного контролю якості виконання бетонних робіт. Передовим в цьому напрямку є застосування неруйнівних методів контролю, які дозволяють визначити міцнісні характеристики бетону як на стадії виготовлення будь-якої бетонної чи залізобетонної конструкції без її пошкодження, так і контролювати їх зміну в процесі експлуатації. Методи неруйнівного контролю міцності бетону широко застосовуються для діагностики технічного стану бетонних і залізобетонних конструкцій з певним терміном експлуатації, а також контролю якості зведених конструкцій. Метод ультразвукового контролю міцності бетону є одним з ефективних, в порівнянні з іншими неруйнівними методами, оскільки він дозволяє оцінити міцності не тільки поверхневого шару бетону, а й інтегральні параметри міцності. Поряд із вже активним застосуванням методів неруйнівного контролю для діагностики міцності бетонних та залізобетонних конструкцій із важкого бетону, постає питання його застосування до легких бетонів, які на сьогоднішній день все частіше застосовуються і при виготовленні несучих конструкцій. Сфера їх застосування надзвичайно велика, особливо актуальним є їх використання при реконструкції будівель і споруд в умовах мінімізації додаткових навантажень на існуючі основи, фундаменти та нижчележачі несучі конструкції.

Мета роботи: є дослідження міцності легкого бетону ультразвуковим методом неруйнівного контролю та побудова індивідуальної градувальної залежності.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Об'єктом дослідження є керамзитобетонні куби та плата. Методи виконання роботи: експериментальний, графічний, порівняльний, теоретико-емпіричний, економіко-статистичний.

Наукова новизна отриманих результатів:

- удосконалено методику та програму експериментальних досліджень зразків з важкого бетону різних класів міцності ультразвуковим і руйнівним методом для дослідження керамзитобетону;
- отримала подальший розвиток методика статистичної обробки експериментальних даних випробувань зразків з важкого бетону для опрацювання результатів дослідження керамзитобетону;
- отримано нові експериментальні дані дослідження керамзитобетону ультразвуковим методом та на основі аналізу цих результатів побудовано градувальну залежність.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримана градувальна залежність в подальшому дозволить досліджувати керамзитобетон будь яких інших класів, що знаходяться в межах від C5/8 до C12/15 без паралельного застосування руйнівного методу контролю.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VII Міжнародній

науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 28 – 29 листопада 2018 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу у вигляді слайдів. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 11 частин, висновків, переліку посилань та 3 додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 114 арк. формату А4, слайди – 32 шт.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проаналізовано актуальність питання діагностики міцнісних характеристик конструкцій із легкого бетону неруйнівними методами контролю на стадії їх виготовлення та подальшої експлуатації.

В розділі 1 проведено аналіз літературних джерел, що стосуються попередньо проведених експериментально-теоретичних досліджень міцності бетонних та залізобетонних конструкцій неруйнівними методами контролю. Проаналізовано актуальність застосування легкого бетону, зокрема керамзитобетону, в якості конструктивного матеріалу. Отримано відповідні висновки про актуальність обраної тематики та необхідність подальших досліджень легкого бетону ультразвуковим методом контролю міцності.

В розділі 2 визначена актуальність обраної тематики, поставлено мету та основні задачі досліджень.

В розділі 3 наведено програму та методику експериментальних досліджень міцності легкого бетону неруйнівним та руйнівним методами контролю. Експериментальні дослідження проводились на базі «Лабораторії будівельних матеріалів, виробів та конструкцій» при кафедрі будівельних конструкцій ТНТУ імені Івана Пулюя та лабораторії «Стандартметрологія» м. Тернопіль.

Програма експериментальних досліджень включила в себе III серії зразків керамзитобетону: I серія – керамзитобетон класу C5/8, II серія C12/15, III серія C18/22,5. Кожна досліджувана серія складалася з шести кубів розмірами 150×150×150 мм та однієї залізобетонної плити розмірами 150×300×450 мм. Куби і плити були виготовленні із кожного класу керамзитобетону. Усі керамзитобетонні плити конструктивно армовані сіткою Ø4 Вр-1 (рис. 1).

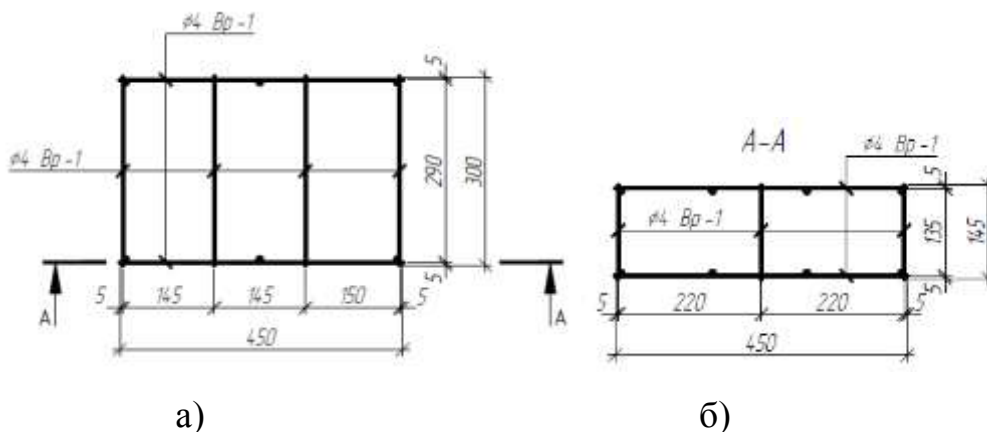


Рисунок 1 – Схема армування керамзитобетонної плити:

а) конструктивний вигляд зверху; б) конструктивний вигляд збоку

В даному розділі детально описано принцип роботи та технічні

характеристики приладу ультразвукового контролю міцності бетону «Бетон-32» та преси Matest C055N, що були використані в експериментальних дослідженнях.

В розділі 4 подані результати експериментальних досліджень часу проходження ультразвукової хвилі через керамзитобетон, що були проведені у віці: 7, 14, 28 діб та перед випробовуванням на пресі (для I серії C5/8 – у віці 50 діб; для II серії C12/15 – у віці 57 діб; для III серії C18/22,5 – у віці 64 доби).

В розділі 5 проведено статистичну обробку даних випробувань поверхневим ультразвуком. В ході такої обробки, вибракувано результати досліджень, що не відповідають необхідній забезпечуваності результатів. Як наслідок, отримано масив даних за яким виведено середні значення часу проходження ультразвукової хвилі через керамзитобетонні зразки, що був використаний при подальшому аналізі результатів.

В розділі 6 проведено статистичну обробку даних отриманих руйнівним методом на пресі Matest C055N. Обробка отриманих даних дозволила встановити відповідність виготовлених класів міцності керамзитобетону проектним. На основі отриманих даних, зроблено висновок, що лише перша серія зразків відповідає їх проектній міцності. Друга та третя серія зразків виготовлена із заниженням міцності. Проте, дана похибка при виготовленні зразків, значно не вплине на вирішення поставлених в даній роботі мети та задач досліджень.

В розділі 7 проаналізовано отримані експериментальні дані та встановлено яким чином відбувається зміна швидкості проходження ультразвукової хвилі через керамзитобетон із ростом його міцності в часі. Із ростом міцності керамзитобетону час проходження ультразвукової хвилі зменшується. Тенденція до зменшення часу проходження ультразвукової хвилі зберігається у всіх трьох серіях зразків. Плавність побудованих кривих та збереження однакової закономірності при зміні часу проходження ультразвукової хвилі у всіх серіях зразків свідчить про достовірність отриманих даних.

В спеціальній частині побудовано індивідуальну градувальну залежність між міцністю керамзитобетону та часом проходження ультразвукової хвилі для трьох серій зразків у віці, коли проведено дослідження фактичної міцності бетону руйнівним методом на пресі Matest C055N (див. рис. 2).

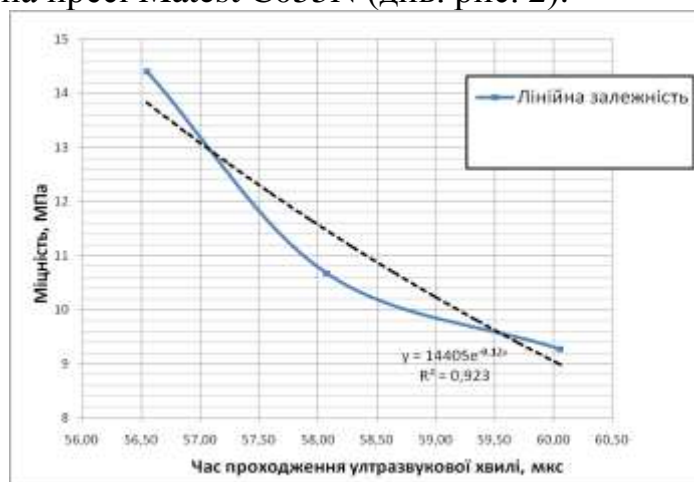


Рисунок 2 – Градувальна залежність між міцністю керамзитобетону та часом проходження ультразвукової хвилі

В розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проводиться

порівняння вартості влаштування фундаментів, підпірних стін та колон із важкого бетону та керамзитобетону за допомогою програмного комплексу АВК-5. Кошторисна вартість влаштування фундаментів, підпірних стін та колон із важкого бетону 4997,00 тис. грн., із керамзитобетону – 4588,11 тис. грн. Тобто економічна ефективність зведення конструкцій із керамзитобетону порівняно із вартістю важкого бетону становить 8,18 %.

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто основні законодавчі та нормативно-правові акти про охорону праці в Україні. Описано особливості роботи будівельників, небезпечні і шкідливі виробничі чинники на будівельних майданчиках та наведено правила техніки безпеки при проведенні бетонних робіт. Перелічено захисні споруди цивільного захисту, основні вимоги до них та облаштування.

В розділі «Екологія» розглянуто вплив будівельної галузі на довкілля. Встановлено, що будівельний техногенез негативно впливає на процеси, які відбуваються у природних комплексах та екосистемах. А також проаналізовано екологічність керамзитобетону. Доведено, що гази, які містяться в легкому бетоні знаходяться у зв'язаному стані, тому вони не завдають істотної шкоди здоров'ю людини.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши попередні наукові дослідження, в сфері діагностики бетонних та залізобетонних конструкцій встановлено, що використання методів неруйнівного контролю для визначення міцнісних характеристик легкого бетону, зокрема керамзитобетону, до сьогоденного часу практично не вивчалось, а тому потребує додаткового дослідження.
2. Розроблено методику та програму експериментальних досліджень зразків з керамзитобетону різних класів міцності ультразвуковим неруйнівним методом контролю із паралельним застосуванням руйнівного методу.
3. Виконано дослідження дослідних зразків із керамзитобетону класу міцності C5/8, C8/10 та C12/15 неруйнівним та руйнівним методами контролю в різні терміни його твердіння: 7 діб, 14 діб, 28 діб та у віці, що перевищує 50 діб.
4. Зроблено статистичну обробку даних і проаналізовано результати експериментальних досліджень в різні терміни твердіння керамзитобетону. За отриманими результатами побудовано криві зміни швидкості проходження ультразвукової хвилі від віку керамзитобетону. Плавність кривих, збереження та повторюваність закономірностей у всіх серіях зразків свідчить про достовірність отриманих даних.
5. На основі досліджень неруйнівним та руйнівним методами контролю побудовано градувальну залежність фактичної міцності керамзитобетону від часу проходження ультразвукової хвилі. Отримана градувальна залежність в подальшому дозволить досліджувати керамзитобетон будь яких інших класів, що знаходяться в межах від C5/8 до C12/15 без паралельного застосування руйнівного методу контролю.

6. Методи неруйнівного контролю дають достовірні дані і можуть застосовуватися для визначення кубової міцності легких бетонів різних класів під час експлуатації у випадку, якщо руйнівні методи контролю застосувати неможливо, або фінансово не вигідно.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Дослідження кубової міцності керамзитобетону неруйнівними методами контролю / Г.І. Борис, Т.В. Зуляк, О.А. Шимків // Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 28-29 листопада 2018 року — Т. : ТНТУ, 2018 — Том I. — С. 17-18. — (Нові матеріали, міцність і довговічність елементів конструкцій).

АНОТАЦІЯ

Зуляк Т. В. Дослідження міцності легкого бетону неруйнівними методами контролю. Дипломна робота на здобуття освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2019.

В дипломній роботі виконано експериментально-теоретичні дослідження міцності керамзитобетону ультразвуковим неруйнівним та руйнівним методами контролю. Опрацьовано та проаналізовано отримані дані, встановлено залежність часу проходження ультразвукової хвилі від віку керамзитобетону. Побудовану індивідуальну градувальну залежність між міцністю керамзитобетону та часом проходження ультразвукової хвилі.

Ключові слова: керамзитобетон, ультразвук, контроль міцності, градувальна залежність.

ANNOTATION

Zulyak T. Investigation of the strength of light concrete by non-destructive methods of control. Diploma work on obtaining an educational degree "Master" in specialty 192 "Construction and civil engineering". – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University. – Ternopil, 2019.

In the thesis the experimental and theoretical studies of the strength of claydite-concrete with ultrasonic non-destructive and destructive methods of control are carried out. The obtained data are worked out and analyzed, the dependence of the time of ultrasonic waves passing from the age of claydite- concrete is established. The individual calibration dependence between the strength of the expanded claydite- concrete and the time of ultrasonic waves has been constructed.

Key words: claydite-concrete, ultrasound, strength control, gradation dependence.