

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Бойка В.В.
по дисертації Вусатюка Андрія Євгеновича

«Оцінка технічного стану залізобетонних паль у ґрунті неруйнівними методами»,

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 - Будівельні конструкції, будівлі та споруди

АКТУАЛЬНІСТЬ ОБРАНОЇ ТЕМИ.

З 2009 року набули чинності державні будівельні норми «Проектування висотних житлових і громадських будинків» ДБН В.2.2-24:2009. Згідно з цими нормами, для висотних будинків, для яких є характерними великі значення навантажень на ґрунтову основу, з метою зменшення осідань та кренів рекомендуються наступні варіанти фундаментів: пальові, глибокі опори високої несучої здатності (типу «барет» тощо), плитні, в тому числі підвищеної жорсткості (коробчасті), комбіновані плитно-пальові. Чим вищою та складнішою є будівля, тим більш доцільним виявляється використання фундаментів на основі залізобетонних паль (ЗП). При цьому норми не дозволяють для висотних будинків застосування тих типів ЗП, в яких неможливо контролювати якість їх бетонування та армування по всій глибині.

Тому удосконалення експериментально-теоретичного апарату випробування вбудованих у ґрунт ЗП, якому й присвячена робота А.Є. Вусатюка, – актуальна задача механіки будівельних конструкцій в частині пальового фундаментобудування.

Сказане обґрунтовує актуальність і своєчасність досліджень автора. Вони виконані відповідно до робіт, які є складовою частиною досліджень, що проводилися в лабораторії технічної діагностики і неруйнівного контролю будівельних конструкцій, виробів та матеріалів відділу автоматизації досліджень та сейсмостійкості будівель та споруд в 2008—2015 роках та увійшли до звітів декількох тем, зареєстрованих в УкрІНТЕІ. Держбюджетні теми з розробки ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності» та ДСТУ Б В.2.7-226:2009 «Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю», де здобувач є співвиконавцем, мають державний реєстраційний номер 1019U003335.

СТУПІНЬ ОБґРУНТУВАННЯ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ ТА ВИСНОВКІВ, СФОРМУЛЬОВАНИХ У ДИСЕРТАЦІЇ.

Обґрунтування наукових положень дисертації витікає з проведеного аналізу сучасного стану науково-технічної та нормативної літератури, чіткого формулювання задач досліджень, постановки натурних і чисельних дослідів зі статистичною обробкою їх результатів, використання апробованих апаратів класичної і нелінійної механіки будівельних конструкцій, сучасних методів розв'язання динамічних задач методами скінчених елементів (МСЕ) та кінцевих різниць (МКР) у нелінійній постановці з використанням сучасних методів та

мов програмування, а також порівняння результатів аналітичних, чисельних і власних експериментальних досліджень, що дозволило дисертанту обґрунтувати *та розробити* методику і *провести* експериментальні дослідження непорушених ЗП з реєстрацією відлунь декількох типів хвиль, зокрема поздовжніх, зсувних та згинальних, *вдосконалити* чисельний метод розрахунку відлунь хвиль напруження декількох типів (зокрема поздовжніх, зсувних та згинальних) в непорушених ЗП й розробити рекомендації щодо їх впровадження при виконанні договору №1049 від 05 листопада 2009 р. «Провести інструментальне дослідження якості буронабивних паль фундаменту терміналу «Д» аеропорту «Бориспіль» в зонах 31-34, 41-44».

Наукові висновки органічно витікають з проведених експериментальних і теоретичних досліджень, їх порівняння, що підтвердило достатню відповідність дослідних даних їх розрахунковим величинам. Це дозволило здобувачу вдосконалити експериментально-методичні засади діагностики ЗП у ґрунті з можливістю визначення дефектів, які складають 30% і більше площі поперечного перерізу палі в найвужчому місці дефектного відрізка, що за своїми загальними положеннями відповідає вимогам ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків» та ДСТУ-Н Б.В.1.2-17:2016 «Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд».

Повний об'єм дисертації становить 239 стор. і включає 154 стор. основного тексту, 63 рис., 5 таблиць, список використаних джерел зі 147 найменувань (54 з них – англійською мовою) на 15 стор., 5 додатків на 47 стор. Автореферат дисертації містить 21 стор.

ДОСТОВІРНІСТЬ І НАУКОВА НОВИЗНА ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Достовірність досліджень базується на використанні відомих раніше рішень класичної та нелінійної динаміки стрижнів, науково обґрунтованій методиці планування натурного та чисельного експериментів, їх ретельному проведенні з обробкою даних відомими методами математичної статистики, паралельному визначенні розрахункових характеристик експериментальним і аналітичним шляхом, застосуванні раніше вже апробованих сучасних методів моделювання МСЕ, а також порівнянні теоретичних даних з результатами експериментів, у т. ч. виконаних іншими дослідниками тощо.

Наукова новизна досліджень полягає у тому, що:

– *Вперше* розроблено методику, проведено експерименти і отримані **нові** дані про ТС непорушених ЗП і ЗП з дефектами в поперечному перетині за трьома різними схемами взаємного розташування датчиків і напрямку ударного збудження, які дозволяють проводити реєстрацію відлунь трьох типів хвиль: поздовжніх, зсувних та згинальних.

– *Отримали подальший розвиток* теоретичні моделі, що враховують розповсюдження поздовжніх, зсувних та згинальних хвиль у вбудованих у ґрунт ЗП на основі МСЕ та МСК.

– *Запропоновано* метод оцінки динамічного модуля Юнга ґрунту під основою палі на базі ударного луно-методу.

– *Обґрунтовано* можливість створення методики оцінки ТС ЗП, яка включала б в себе розв’язання задач ідентифікації та інтерпретації дефектів різних типів, які складають 30% і більше площі поперечного перерізу палі в найвужчому місці дефектного відрізка.

Такі дослідження виконані вперше. Висновки з них підтверджуються й даними інших дослідників і одночасно дають можливість використати отримані результати для діагностики технічного стану (ТС) ЗП.

ПОВНОТА ВИКЛАДУ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ.

За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, зокрема 7 статей у наукових фахових виданнях України (причому це збірники різних установ у різних містах країни), з яких 1 стаття в спеціалізованому виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз, 2 статті у збірниках наукових праць за матеріалами міжнародних конференцій (одна з них англійською мовою). Видані матеріали достатньо повно висвітлюють основні положення роботи.

ІДЕНТИЧНІСТЬ АВТОРЕФЕРАТУ ОСНОВНИМ ПОЛОЖЕННЯМ ДИСЕРТАЦІЇ.

Автореферат складено на державній мові. Його написано на високому науково-методичному рівні. Він містить необхідні ілюстрації та табличні дані для достатнього сприйняття результатів досліджень і повністю віддзеркалює сутність досліджень. Автореферат відповідає змісту дисертації.

АНАЛІЗ ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ.

Дисертація містить вступ, 4 розділи і висновки.

1. *Аналітичний огляд* (розділ 1) присвячено короткому критичному аналізу публікацій з експериментально-теоретичних досліджень сучасного стану дослідження ТС ЗП та поставлено задачі досліджень, зазначено основні передумови застосування двохвильової моделі для дослідження ТС ЗП з можливістю визначення дефектів різних типів, які складають від 30% площі поперечного перерізу палі в найвужчому місці дефектного відрізка. З огляду органічно витікають мета, задачі, об’єкт і предмет, а також методи досліджень. Розглянуті джерела інформації, в цілому, вважаю достатніми. Принципових зауважень з огляду немає.

2. *Методика експериментальних досліджень хвильових процесів у ЗП* (розділ 2). Автором окреслено мету експериментальних досліджень, яка включає в себе аналіз впливу на вигляд сигналограми та її амплітудно-частотний спектр таких параметрів, як напрямок ударного збудження, напрямок встановлення приймача, тип дефекту, глибина залягання дефекту, розмір дефекту; порівняння експериментально записаних сигналів та їх амплітудно-частотних спектрів з сигналограмами та спектрами, що надають розроблені теоретичні моделі; формулювання основних рекомендацій до проведення

випробувань ЗП на об'єктах будівництва. Розроблено методику експериментальних досліджень бездефектних ЗП з реєстрацією відлунь трьох типів хвиль: поздовжніх, зсувних та згинальних, методику експериментальних досліджень ЗП з дефектами в поперечному перетині з реєстрацією відлунь від поздовжніх, зсувних та згинальних хвиль. Розроблено план експериментів.

3. *Експериментальні дослідження ЗП* (розділ 3). Цей розділ логічно пов'язаний з попереднім. Зокрема, автором проведені експериментальні дослідження зразків ЗП у ґрунтовому середовищі. Кожна серія експерименту включала в себе отримання сигналів у цифровому вигляді для всіх можливих комбінацій обов'язкових варіацій різних факторів. Для кожної серії експерименту було отримано понад 54 сигнали. Для деяких серій кількість отриманих сигналів була більша за рахунок включення необов'язкових варіацій та проведення додаткових випробувань в інших площинах. Слід відзначити високий науково-методичний рівень інструментальних експериментальних досліджень. Об'єм натурних експериментальних досліджень вважаю достатнім для зроблених автором висновків.

4. *Моделювання хвильових процесів у ЗП* (розділ 4). За загальною концепцією розділ також логічно пов'язаний з попереднім. Автором побудовано нові теоретичні моделі розповсюдження поздовжніх, поперечних, зсувних та згинальних хвиль у ЗП з відповідними початковими та граничними умовами, що відповідають умовам експериментальних досліджень (див. розділ 3). Розглянуто два основні підходи чисельного моделювання поведінки залізобетонних паль та їх взаємодії з ґрунтовою основою: метод скінчених елементів (МСЕ) та метод скінчених різниць (МСР). Кожна з моделей має свої переваги та недоліки. Теоретична частина (розділ 4) виконана на гідному рівні і, безумовно, є науковим внеском у задачу діагностики ТС ЗП.

Основні результати досліджень враховано при складанні державних будівельних норм ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 «Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд». Результати досліджень за розділом 4 були впроваджені при виконанні договору №1049 від 05 листопада 2009 р. «Провести інструментальне дослідження якості буронабивних паль фундаменту терміналу «Д» аеропорту «Бориспіль» в зонах 31-34, 41-44», де здобувач був одним з виконавців. Все це підтверджено відповідними довідками та актами.

Загальні висновки логічні й відповідають пунктам наукової новизни.

Слід додатково відзначити, що як дисертація, так й автореферат охайно оформлені, добре проілюстровані. Значний статистичний матеріал здобувач представив у вигляді компактних таблиць і графіків. Дисертант достатньо чітко формулює висновки в кінці розділів і роботи взагалі. Дисертація виконана на високому науково-методичному рівні й носить комплексний характер. Наявні як натурні, так і чисельні експерименти, що логічно пов'язані між собою.

Автор продемонстрував високий рівень володіння апаратом нелінійних задач динаміки будівельних конструкцій, здатність самостійно планувати, проводити натурні і чисельні експерименти й обробляти їх результати, аналізувати та представляти їх тощо. Результати досліджень апробовані на

міжнародних і державних конференціях з проблем пального фундаментобудування, залізобетону та ін.

ЗАУВАЖЕННЯ ПО РОБОТІ.

1. Дисертантом об'єкт дослідження визначено як технічний стан ЗП, однак об'єктом має бути процес.
2. В переліку можливих дефектів паль в розділі 1 наведені такі дефекти, як розширення стовбуру палі та косий злам, які не відображені в експериментальних дослідженнях.
3. Бажано було більш детально описати зв'язок амплітудно-часових сигналів зі спектральними сигналами в місцях наявності дефекту паль.
4. Відсутні оцінки і обґрунтованість вибору сенсорів, а вони є важливою частиною інструментарію для оцінки стану ЗП та відсутнє порівняння сигналів, отриманих за допомогою приладу ТКС-1 і осцилографа.
5. В додатках В і Г читабельність графіків гірша, ніж у графіків, наведених в основній частині дисертації. Бажано було показати місця виявлених дефектів, як це приведено в підрозділі 3.4.
6. В авторефераті та в дисертації на сигналах та спектрах сигналів відсутні розмірності по осях.

ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА РОБОТИ.

1. Розглянута дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, в якому одержані нові науково обґрунтовані результати. Вирішена конкретна наукова задача: розроблено експериментально-методичні засади діагностики ЗП у ґрунті з можливістю визначення дефектів, що складають 30% і більше від площі поперечного перерізу палі в найвужчому місці дефекту, що має суттєве народногосподарче значення для підвищення надійності палових фундаментів багатопверхових будівель й наукове значення для розвитку теорії та практики неруйнівного контролю ТС ЗП.
2. Дисертація написана чітко і в стислій формі висвітлює всі частини виконаного дослідження. Поставлені мета і задачі виконані повністю, наукова новизна і практичне значення одержаних результатів не викликає сумнівів. Структура, обсяг й оформлення дисертації відповідають вимогам Департаменту атестації кадрів Міністерства освіти і науки України до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.
3. Автореферат і видані здобувачем роботи достатньо висвітлюють основні результати проведених досліджень.
4. Дисертація має конкретне впровадження при виконанні договору №1049 від 05 листопада 2009 р. «Провести інструментальне дослідження якості буронабивних паль фундаменту терміналу «Д» аеропорту «Бориспіль» в зонах 31-34, 41-44», де здобувач був одним з виконавців.

