

ВІДГУК
офіційного опонента доктора технічних наук, професора
Бойка Віктора Вікторовича
на дисертаційну роботу
ДУНІНА ВОЛОДИМИРА АНДРІЙОВИЧА
«ВПЛИВ ПРОМИСЛОВИХ ВИБУХІВ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ
КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ М. КРИВИЙ РІГ»,
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

Ступінь актуальності дисертаційної роботи

Одним з основних технологічних процесів гірничого виробництва, що негативно впливають на забруднення навколишнього середовища, є підривні роботи. Ефективність підривних робіт на гірничо-видобувних підприємствах у значній мірі визначається станом нормативно-правової і методичної документації. Відомо, що основними нормативними документами (НД), які регламентують ведення підривних робіт є діючі до 2013 року "Єдині правила безпеки при вибухових роботах" (ЄПБ ВР), а на даний час «Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення», ДСТУ 4704-2008, будівельні норми ДБН та інші. Виконання цих НД є обов'язковим для всіх міністерств, відомств, підприємств і організацій, які займаються будівельними і підривними роботами.

Ведення видобувних робіт на гірничорудних підприємствах, зокрема залізрудних кар'єрах м. Кривий Ріг, завжди супроводжувалося проблемою зі збереження сейсмостійкості будівель та споруд, які розташовані в контрольованій зоні. Недостатня вивченість негативних впливів тривалих сейсмічних навантажень, що виникають від багатоблокових масових вибухів (ББМВ), не дає можливості оцінити деформації та напруження в будівлях та спорудах при проходженні сейсмічних хвиль від промислових вибухів. Дана проблема вимагає її вирішення в частині вдосконалення теоретичних методів прогнозу сейсмічної небезпеки багатоблокових масових вибухів і методів захисту будівель та споруд від їх шкідливого сейсмічного впливу, експериментальними дослідженнями динамічної реакції будівель або споруд на вибухові впливи, а також візуального їх огляду.

Тому проведення експериментальних та аналітичних досліджень впливу промислових вибухів в залізрудних кар'єрах Кривого Рогу на будівлі та споруди на межі їх санітарно-охоронних зон, які розташовані в безпосередній близькості або охоплюють житлові квартали міста, дослідження нелінійних деформацій та напружень в будівлях та спорудах при проходженні сейсмічних хвиль від промислових вибухів з використанням чисельного методу скінчених елементів (МСЕ) та методів математичної статистики для розробки та відпрацювання програми обробки експериментальних даних, яким й присвячена робота Дуніна Володимира Андрійовича, - актуальна задача механіки деформованого твердого тіла.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Наукова спрямованість дисертації корелює з науково-технічною політикою України, що визначена у статті 45 Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» (редакція від 18.04.2021). Дисертацію виконано у Державному підприємстві «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Результати проведених наукових досліджень за темою дисертації відповідали періодично і плановим завданням відділу автоматизації досліджень та сейсмостійкості будівель і споруд в 2000—2021 роках та

увійшли до звітів багатьох тем, зареєстрованих в УкрІНТЕІ. Окремі дослідження виконувалися в рамках науково-дослідних робіт ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» з розробки нормативних документів, як то ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 «Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд», а також нової редакції «Розроблення проєкту ДБН В.1.1-12... «Будівництво у сейсмічних районах України» на заміну редакції ДБН В.1.1-12:2006 » (№ 0112U003603).

Мета роботи, методи досліджень, предмет та об'єкт досліджень

Головною метою дисертації є проведення експериментальних та аналітичних досліджень впливу промислових вибухів в залізородних кар'єрах Кривого Рогу на будівлі та споруди на межі їх санітарно-охоронних зон, які розташовані в безпосередній близькості або охоплюють житлові квартали міста.

Об'єкт дослідження - деформації та напруження в будівлях та спорудах при проходженні сейсмічних хвиль від промислових вибухів.

Предмет дослідження - експериментальна і теоретична оцінка впливу промислових вибухів в залізородних кар'єрах Кривого Рогу на межі їх санітарно-охоронних зон, які розташовані в безпосередній близькості або охоплюють житлові квартали міста.

Основні нові задачі. Відповідно до поставленої мети автор сформулював такі основні нові задачі:

- провести систематизування, аналіз та узагальнення результатів теоретичних і експериментальних досліджень щодо промислових вибухів, аналізу сучасних методів розрахунку основ і фундаментів будівель на сейсмостійкість, нормативних документів України, європейських країн і міжнародних стандартів з допустимих рівнів динамічних впливів на будівлі, споруди та високоточне обладнання; з проєктного терміну експлуатації та довговічності будинків і споруд;

- вдосконалити методику і провести експериментальні дослідження впливу промислових вибухів на будівлі та споруди на межі санітарної зони кар'єрів м. Кривий Ріг;

- узагальнити прямий динамічний метод розрахунку каркасних залізобетонних та кам'яних будівель в сукупності з теорією ризику при сейсмічних знакозмінних навантаженнях для оцінки їх ресурсу;

- вдосконалити чисельну методику обробки результатів експериментальних досліджень реакції будівель та споруд на сейсмічні впливи від промислових вибухів.

Методи досліджень - у процесі дисертаційних досліджень використовувався комплекс загальнонаукових методів, які передбачають пошук літературних джерел згідно напрямку досліджень, їх перегляд, вивчення, систематизування та аналіз набутих досягнень, на основі яких сформульовано мету та задачі досліджень; обґрунтування необхідності проведення експериментальних та теоретичних досліджень для визначення динамічних характеристик, оцінки напружено-деформованого стану будівель та споруд при проходженні сейсмічних хвиль від промислових вибухів; чисельний метод скінченних елементів (МСЕ); застосування програм обробки експериментальних даних на основі методів математичної статистики.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

У дисертаційній роботі вирішено нові науково-практичні задачі. Комплекс проведених експериментально-аналітичних досліджень впливу промислових вибухів в залізородних кар'єрах Кривого Рогу на будівлі та споруди на межі їх санітарно-охоронних зон, які розташовані в безпосередній близькості або охоплюють житлові квартали міста дав

автору дисертації змогу **вперше** отримати нові експериментальні дослідні дані про вплив промислових вибухів на технічний стан будівель та споруд на межі санітарної зони кар'єрів м. Кривий Ріг методами вібраційної діагностики та сформулювати наукову новизну роботи:

1. Уперше отримані нові експериментальні дослідні дані про вплив промислових вибухів на технічний стан будівель та споруд на межі санітарної зони кар'єрів м. Кривий Ріг методами вібраційної діагностики.

2. Уперше розроблено методику оцінки життєвого ресурсу будівель та споруд, що включає три частини: (1) експериментальні дослідження динамічної реакції будівель або споруд на вибухові впливи, а також візуальний огляд; (2) математичне моделювання досліджуваного об'єкта; (3) системне об'єднання результатів досліджень і їх підсумковий аналіз, динамічний метод розрахунку каркасних залізобетонних будівель в сукупності з теорією ризику при сейсмічних знакозмінних навантаженнях для оцінки їх ресурсу.

3. Удосконалено чисельну методику обробки результатів експериментальних досліджень реакції будівель та споруд на сейсмічні впливи від промислових вибухів.

Основний зміст дисертаційної роботи.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, показано на її зв'язок з науковими напрямами досліджень ДП НДІБК, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, обґрунтовано наукову новизну і практичну цінність дисертаційної роботи, наведено дані про особистий внесок автора, апробацію на конференціях результатів дослідження, а також публікації за темою дисертації.

У **першому розділі** проведено критичний аналіз результатів відомих досліджень щодо методів прогнозу сейсмічної небезпечності промислових вибухів і методів захисту будівель і споруд від їх шкідливого сейсмічного впливу; інструментальних методів та засобів оцінки технічного стану будівель та споруд, постановку завдання дослідження. На основі наведеного аналізу сучасних експериментально-теоретичних досягнень та узагальнень у цьому напрямі сформульовані мета та завдання дисертаційних досліджень.

У **другому розділі** окреслено методологію експериментальних та теоретико-розрахункових досліджень, розрахунковий апарат з визначення параметрів сейсмічної реакції та ризиків руйнування будівель, споруд та конструкцій при динамічних впливах від промислових вибухів. Приведено опис експериментального обладнання для реєстрації динамічних впливів на будівлі та споруди: датчики, АЦП та ін. Розглянута програма «Сейсмомоніторинг» та її можливості для оперативної та глибинної обробки результатів динамічних вимірювань. Проведено порівняльне тестування методики прямих динамічних розрахунків на одному з будівельних об'єктів м. Кривий Ріг з урахуванням експериментальних акселерограм та без них. Наведено математичний метод вирішення рівняння n -ступеню, що використовується для обчислення власних частот коливань елементів будівельних конструкцій. Наведено методику визначення конструкційного ризику при динамічному впливі на основі зіставлення двох величин: параметра зовнішнього навантаження, визначеного на основі розрахунку за допомогою пакету LIRA 9.6 з урахуванням динамічного навантаження, і параметра опору конструкції.

У **третьому розділі** наведені основні результати натурних динамічних досліджень будівель і споруд за допомогою багатоканальних систем сейсмомоніторингу. Описані натурні вимірювання рівнів вібраційного впливу при масових вибухах як на кар'єрах ВАТ «Північний ГЗК» (Ганнівського і Першотравневого кар'єрів) так і на кар'єрах РУ ГЗК «Криворіжсталь». Вимірювання проводились на будівлях різного призначення в т.ч. на тих

які представляють собою об'єкти підвищеної уваги через велике скупчення людей і історико-культурологічну цінність. На основі отриманих фактичних рівнів прискорень і віброшвидкості ґрунту і конструкцій обстежених будівель були встановлені діапазони домінуючих частот будівель

Узагальнюючи результати аналізу спектрів віброприскорень ґрунту при вибухах дозволив встановити, що домінуючі частоти знаходяться в діапазоні 5-45 Гц. Це підтверджує можливість коливань конструкцій будівель (перекриття, стіни) в режимі, близькому до резонансного.

У **четвертому розділі** наведені результати натурних вимірювань рівнів вібраційного впливу при масових вибухах на кар'єрі ВАТ «Південний ГЗК», які потім використовуються в якості вхідних даних для математичного моделювання напружено-деформованого стану та оцінки життєвого ресурсу на прикладі будівлі Центру дитячої та юнацької творчості «Мрія» (Центр). Для останньої розроблена і апробована методика оцінки життєвого ресурсу будівель, що складається з трьох частин: експериментальні дослідження динамічної реакції будівель або споруд на вибухові впливи, а також візуальний огляд - перша частина; математичне моделювання досліджуваного об'єкта - друга частина; системне об'єднання результатів досліджень і їх підсумковий аналіз - третя частина. Одержано діаграму зміни несучої здатності окремого несучого елемента і будівлі Центру в цілому, також представлена діаграма оцінки його технічного стану. Розрахунковий вік Центру знизився на величину ~ 30 років в порівнянні з проектним (100 років) внаслідок безперервного періодичного впливу ґрунтових ударних хвиль від промислових вибухів на залізорудному кар'єрі ВАТ «ПівдГЗК».

У **висновках зазначено основні нові наукові результати дисертаційної роботи**, яка присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі – проведення експериментально-аналітичних досліджень впливу промислових вибухів в залізорудних кар'єрах Кривого Рогу на будівлі та споруди на межі їх санітарно-охоронних зон, які розташовані в безпосередній близькості або охоплюють житлові квартали міста.

У **додатках** представлені довідка про впровадження результатів дисертаційних досліджень та список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.

Оцінка змісту дисертації, оформлення та закінченості в цілому, ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації апробація результатів дисертації, основний внесок здобувача

Оцінка оформлення та ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації. За змістом та оформленням дисертаційна робота та автореферат відповідають встановленим вимогам Департаменту атестації кадрів щодо обсягу і структури.

Структура та обсяг наукової роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 205 сторінок, обсяг основного тексту - 138 сторінки. Робота містить 47 таблиць, 123 рисунка, 2 додатки на 6 сторінках. Список використаних джерел складається з 135 найменувань.

Оцінка змісту та основних положень. Вступ містить всі необхідні елементи загальної характеристики дисертації. У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показано на її зв'язок з науковими напрямами досліджень ДП НДІБК, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, обґрунтовано наукову новизну і практичну цінність дисертаційної роботи, наведено дані про особистий внесок автора, апробацію на конференціях результатів дослідження, а також публікації за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Результати роботи доповідалися на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології життєвого циклу об'єктів житлово-громадського, промислового та транспортного призначення» (м. Ялта, смт. Гаспра, 2009); Восьмій всеукраїнській науково-технічній конференції «Будівництво в сейсмічних районах України» (Ялта, 2010); 4 Fib Congress (Мумбаї, Індія, 2014); «Monitoring 2019» (Київ, 2019).

Також у повному обсязі дисертація доповідалася в 2019 р. та в 2021 р. на двох розширених науково-технічних семінарах відділу автоматизації досліджень та сейсмостійкості будівель і споруд ДП "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" за участю представників Інституту гідромеханіки НАН України. Список конференцій і семінарів, приведених у дисертації і в авторефераті співпадає.

Публікації. Основні наукові результати дисертаційної роботи опубліковані у восьми публікаціях у професійних фахових виданнях, три – проіндексовані в БД SCOPUS, сім – у затверджених МОН України виданнях. Серед публікацій, які додатково відображають наукові результати дисертації, одна доповідь на конгресі fib, 2 доповіді - у матеріалах міжнародної та всеукраїнської науково-практичних конференцій.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, обробленні одержаних даних, чисельному моделюванні, розробленні комп'ютерних програм, методик розрахунку та їх подальшій апробації.

Підбір, узагальнення й аналіз результатів проведених раніше теоретичних і експериментальних досліджень у галузі неруйнівної технічної діагностики будівель та споруд, формулювання мети та задач досліджень; отримання нових експериментальних дослідних даних про вплив промислових вибухів на технічний стан будівель та споруд на межі санітарної зони кар'єрів м. Кривий Ріг методами інтегральної вібраційної діагностики; розробка комплексної методики оцінки життєвого ресурсу будівель та споруд на інструментальній базі інтернету речей в хмарному середовищі за допомогою сучасного покоління автоматизованих приладів неруйнівної діагностики.

Постановка завдання, планування програми досліджень, формулювання основних положень та висновків здійснювалось під керівництвом наукового керівника д.т.н., проф. Калюха Ю.І.

Результати наукових досліджень, представлених в дисертаційній роботі, отримані автором особисто. В дисертації і авторефераті описано конкретно індивідуальний науковий вклад автора дисертації у кожен публікацію.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність і повнота. практичне значення одержаних результатів

Достовірність і обґрунтованість. Результати роботи достовірні, оскільки їх було отримано в ході проведення комплексних досліджень із застосуванням апробованих експериментальних методів, методів математичного моделювання та стандартних методів статистичної обробки експериментальних даних. Достовірність основних положень та результатів дисертації доведено: використанням апробованих методів будівельної механіки та механіки деформованого твердого тіла при розрахунках; використанням експериментальних методів досліджень з відповідною оцінкою похибки експериментальних даних на сертифікованому та атестованому експериментальному обладнанні; задовільною відповідністю результатів теоретичних і експериментальних досліджень. Наукові положення, висновки та рекомендації базуються на законах будівельної механіки та механіки деформованого твердого тіла. Теоретичну частину досліджень побудовано на методах

математичного та чисельного моделювання. Окремі положення теоретичних досліджень перевірено експериментально і чисельними методами.

Апробація результатів роботи на наукових семінарах та міжнародних науково-технічних конференціях підтверджує актуальність, достовірність, новизну і практичну цінність роботи.

Практична значення одержаних результатів полягає у:

- розробці нормативних документів будівельної галузі України: ДБН В.1.2-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» та ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 «Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд».

- впровадженні науково-методичних розробок дисертаційної роботи в ВАТ «ПівдГЗК» при дослідженні впливу промислових вибухів на будівлі та споруди на межі санітарно-охоронної зони кар'єру (довідки про участь здобувача у впровадженні одержаних результатів наведені в додатку А дисертації).

На основі аналізу змісту дисертаційної роботи Дуніна В.А. можна зробити загальний висновок: всі наукові результати та положення, які містяться в дисертації, достатньо науково обґрунтовані та достовірні, а отримані висновки й наведені рекомендації носять практичний характер.

Враховуючи вище наведене, слід вважати ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій такими, що відповідають вимогам щодо дисертаційних робіт, представлених на отримання наукового ступеня кандидата технічних наук за обраною спеціальністю.

Зауваження по роботі.

1. У першому розділі автором проведений детальний критичний аналіз нормативних документів європейських країн і міжнародних стандартів щодо допустимих рівнів динамічних впливів на будівлі і споруди. Бажано було привести аналіз ДСТУ 4704-2008 «Правила проведення гірничих вибухів. Норми безпечності сейсмічних коливань ґрунту». нормативного документу, який регламентує ведення підричних робіт в Україні.

2. З тексту дисертації не зовсім зрозуміло, як дисертантом обиралися будівельні об'єкти для дослідження впливу промислових вибухів, що відбувалися на різних залізничних кар'єрах м. Кривий Ріг.

3. У дисертації слід було більш детально описати зв'язок амплітудно-часових характеристик одержаних від масових вибухів у кар'єрах м. Кривий Ріг зі частотами і періодами власних коливань в напрямі осі X (уздовж будівлі) та Y (поперек будівлі), визначеними з застосуванням комп'ютерної моделі.

4. На рис. 23 автореферату та рис. 4.28 дисертації представлена діаграма «a - d» оцінки технічного стану Центру дитячої та юнацької творчості «Мрія» м. Кривий Ріг. Дисертантом стверджується, що розрахунковий вік будівлі відрізняється від фактичного на величину ~ 30 років. Як побудовано цей графік? На основі аналізу технічного стану всіх будівельних конструкцій Центру дитячої та юнацької творчості «Мрія», чи ні?

5. В дисертації слід було привести дані щодо інформації про масові вибухи для яких проводились натурні вимірювання рівнів вібраційного і шумового впливу, а також встановлені граничні маси вибухових речовин, які обмежували сейсмічні впливи вибухів на будівлі та споруди в контрольованій зоні.

6. В авторефераті та в дисертації на сейсмограмах та спектрограмах відсутні розмірності по осях.

**Висновки про відповідність дисертації вимогам порядку
присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання
старшого наукового співробітника**

Незважаючи на зауваження, робота справляє позитивне враження глибокої, послідовної праці яка полягає в реалізації системного науково обґрунтованого підходу щодо експериментальних дослідних даних про вплив багатоблокових масових вибухів на технічний стан будівель та споруд на межі санітарної зони кар'єрів м. Кривий Ріг методами вібраційної діагностики. Автореферат повністю відповідає змісту дисертації, матеріал добре опрацьовано й чітко викладено. Опубліковані праці у достатній мірі відображують основні положення і висновки дисертації.

Дисертаційна робота **Дуніна Володимира Андрійовича** «Вплив промислових вибухів на довговічність конструкцій будівель в умовах м. Кривий Ріг», яку представлено на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди є завершеною науковою працею та за актуальністю, новизною, науковою та практичною цінністю, якістю оформлення відповідає вимогам до кандидатських дисертацій згідно п.9,11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. N 567 і спрямована на вирішення важливої науково-технічної проблеми (завдання) – розробленню методики оцінки життєвого ресурсу будівель та споруд, що включає три частини: (1) експериментальні дослідження динамічної реакції будівель або споруд на вибухові впливи, а також візуальний огляд; (2) математичне моделювання досліджуваного об'єкта; (3) системне об'єднання результатів досліджень і їх підсумковий аналіз, динамічного методу розрахунку каркасних залізобетонних будівель в сукупності з теорією ризику при сейсмічних знакозмінних навантаженнях для оцінки їх ресурсу.

На основі вищевикладеного вважаю, що автор дисертаційної роботи **Дунін Володимир Андрійович** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент

доктор техн. наук, професор, зав.науково-дослідної лабораторії з проблем сейсмічної безпеки технологічних вибухів Інституту гідромеханіки НАН України

Підпис доктора техн. наук, професора В.В. Бойка підтверджую, вчений секретар Інституту гідромеханіки НАН України.
д. ф- м. н., проф.



БОЙКО В. В.

Городецька Н.С.

