

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Когтевої Ольги Павлівни на тему «**Забезпечення безпеки при будівництві оборонно-промислових комплексів у використаних шахтах та розробках**», що представлена до захисту в разову спеціалізовану вчену раду Придніпровської державної академії будівництва та архітектури на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека»

1 Актуальність роботи

Безаварійна, стабільна та надійна експлуатація підземних споруд і гірничих виробок при їх повторному використанні в якості промислових та оборонних об'єктів неможлива без контролю безпеки і управління ризиками. Це також відображено у законодавчій базі України. Статті 8, 20 «Кодексу цивільного захисту України» зобов'язують суб'єкти господарювання проводити оцінки ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та забезпечувати експлуатацію об'єктів підвищеної небезпеки з додержанням прийнятного рівня ризику.

Для гірничотехнічних систем одна із складових безпеки може трактуватися як захищеність працівників та об'єктів від ризиків, які виникають внаслідок проявів сил гірського тиску. Підвищення статичних або динамічних напружень в породах та руйнування кріплення слід віднести до основних ризиків, що впливають на безпеку повторного використання підземних споруд та гірничих виробок. На підприємствах здійснюють контроль безпеки і управління технологічними процесами з використанням цифрових інтелектуальних систем моніторингу параметрів середовища, в які можна та потрібно закладати також параметри ризиків з урахуванням мінливості властивостей породного масиву для оцінки процесів стійкості споруд.

Разом з тим, оцінка безпеки промислових та оборонних об'єктів становить певні труднощі, які пов'язані з невизначеністю негативного впливу на ризики втрати стійкості гірничих виробок низки об'єктивних гірничо-геологічних і гірничотехнічних факторів. Активізація зміщень покрівлі, боків і підшви підземних споруд відбувається внаслідок раптового зростання сил гірського тиску, які можуть бути спричинені вибухами під землею і на її поверхні, обводненням та значним зниженням міцності гірських порід. Проблеми оцінки і зниження ризиків втрати стійкості систем підтримання гірничих виробок та розробки ефективних методів контролю стану гірських порід до цього часу ще не вирішені. Це часто не дозволяє прийняти правильні рішення з безпеки.

Саме тому, дослідження Когтевої О.П., що спрямовані на вдосконалення методу прогнозу ризиків втрати стійкості підземних виробок за результатами поточного моніторингу зміщень покрівлі з урахуванням закономірностей мінливості властивостей гірських порід та варіації прогнозованих ризиків, особливостей впливу домінуючих факторів на геотехнічну систему є **актуальним науково-технічним завданням**, що має велике значення для контролю безпеки в процесі повторної експлуатації підземних споруд і гірничих виробок в якості промислових та оборонних об'єктів.

Дисертаційна робота відповідає Загальнодержавній соціальній програмі поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки; Указу Президента України про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року, плану науково-дослідної роботи «Дослідження впливу зміни фізико-механічних властивостей гірських порід на формування напружено-деформованого стану підроблюємого масиву і розробка ефективного способу управління покрівлею в очисних вибоях» (номер державної реєстрації № Н-4-16, 2017-2021pp.), в рамках якої авторка була виконавцем розділів.

2. Наукова новизна отриманих у дисертації наукових результатів

Слід відзначити ряд позитивних передумов, що забезпечили якість отриманих наукових результатів при розв'язанні поставленої науково-технічної задачі.

По-перше, авторка достатньо обґрунтовано підійшла до вирішення основних задач дисертаційної роботи, використовуючи комплекс ефективних та перевірених на практиці методів досліджень, розрахункових схем, моделей та іншого.

По-друге, не зважаючи на наявність великої кількості підземних споруд, обсяг відомих досліджень з визначення ризиків втрати стійкості таких складних об'єктів обмежена, що підвищує значимість отриманих авторкою наукових та практичних результатів.

По-третє, результати роботи можуть мати значний економічний ефект у разі подальшого та більш широкого їх використання при контролі безпеки в процесі повторної експлуатації підземних виробок в якості промислових та оборонних об'єктів.

Вважаю, що **найбільш вагомі наукові результати** дисертаційної роботи полягають у тому, що отримав подальший розвиток метод ідентифікації ризиків руйнування підземних споруд та гірничих виробок при повторному використанні в якості промислових та оборонних об'єктів. Це дозволяє оцінювати рівень небезпеки втрати стійкості за мінімальними і максимальними показниками ризиків, більш обґрунтовано приймати міри з реагування. Метод відрізняється: урахуванням результатів натурних досліджень; варіації значень і стандартних відхилень прогнозованих ризиків втрати функціональності об'єкта контролю; критеріїв порушення технологічних зазорів гірничої виробки у певний момент часу, які визначаються за верхніми і нижніми межами значень зсувів порід покрівлі обумовлених мінливістю фізико-механічних властивостей гірських порід та гірничотехнічних факторів в умовах конкретної виробки.

При визначенні основних параметрів методу для гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов шахт Західного Донбасу **встановлено нові залежності**, які визначають поведінку середовища, де розташовуються об'єкти контролю:

- змін межі міцності на стиснення, модуля пружності, коефіцієнта поперечної деформації та питомої потенційної енергії від величини нормальних напружень;
- змін дотичних напружень від кута нахилу зразка і нормальних напружень;

- змін межі міцності на стиснення, модуля пружності та коефіцієнта поперечної деформації від вологості.

В процесі проведення лабораторних експериментів авторкою вдосконалені пристрої для випробування порід на в'язкість та тріщиностійкість.

Новими і цінними досягненнями роботи також вважаю:

- вперше обґрунтоване використання стандартних відхилень і коефіцієнтів варіації для визначення діапазонів ризиків втрати стійкості підземних виробок за результатами натурних досліджень і моделювання напружено-деформованого стану гірських порід методом скінченних елементів;

- встановлені закономірності зміщень покрівлі та здимання підшви підземної виробки в умовах впливу динамічних опорних тисків при найбільш вірогідному сценарії її деформування і за умов впливу динамічних опорних тисків, що дозволяє оцінити стан підземної виробки;

- вперше запропоновану процедуру імітаційного алгоритму визначення діапазонів ризиків втрати стійкості підземних виробок для умов найбільш вірогідного і критичного сценаріїв подій, що дозволяє попередити можливі наслідки.

- обґрунтування та розробку методики визначення можливих ризиків втрати стійкості підземних виробок, що дозволяє прогнозувати безпеку їх повторного використання в якості промислових та оборонних об'єктів.

Наукові результати і сукупність отриманих рішень становлять необхідну і достатню теоретичну базу для задач забезпечення безпеки при будівництві оборонно-промислових комплексів у використаних шахтах та розробках.

Таким чином, результати мають наукову новизну, сформульовані наукові задачі вирішені, а поставлена в дисертації мета досягнута.

3. Наукове і практичне значення роботи

Наукове значення роботи полягає у розвитку методу ідентифікації ризиків руйнування підземних споруд та гірничих виробок при повторному їх використанні в якості промислових та оборонних об'єктів з урахуванням встановлених закономірностей варіації значень і стандартних відхилень прогнозованих ризиків втрати функціональності об'єкта контролю обумовлених мінливістю фізико-механічних властивостей гірських порід та гірничотехнічних факторів в умовах конкретної виробки.

Практичне значення роботи полягає в розробці «Методичних рекомендацій з визначення ризиків і оцінки небезпеки втрати стійкості підземних виробок, що призначені для розміщення промислових та оборонних споруд», які дозволяють визначити ризики і оцінити небезпеку втрати стійкості підземних виробок, що призначені для розміщення промислових та оборонних споруд. Методичні рекомендації містять групи факторів, що можуть впливати на ризики втрати стійкості гірничих виробок, ризик-орієнтовані методи контролю породного масиву та методи ідентифікації ризиків втрати стійкості підземних виробок.

Розроблені методичні рекомендації впроваджені в Головному Управлінні ДСНС України у Дніпропетровській області, в навчальному процесі при викладанні дисципліни «Основи теорії надійності та техногенний ризик» для здобувачів вищої освіти першого та другого рівнів підготовки за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека» в Українському державному хіміко-технологічному університеті.

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість і достовірність отриманих авторкою наукових результатів, висновків і рекомендацій забезпечується використанням апробованих методів досліджень: узагальнення науково-технічних досягнень; лабораторних випробувань; натурних досліджень; методів системного, структурного, функціонального і математичного аналізу; теорії ймовірності та математичної статистики із застосуванням сучасних інформаційних систем і обчислювальних комплексів для оцінки ризиків; моделювання методом скінченних елементів, а також задовільною збіжністю теоретичних та натурних досліджень (похибка не перевищує 20%, коефіцієнти кореляції 0,76...0,95) і позитивними результатами впровадження розробок.

5. Оцінка змісту роботи

У першому розділі виконано аналіз стану питання забезпечення безпеки оборонних комплексів при розміщенні в шахтах і виробках. Проаналізовано питання забезпечення безпеки при зведенні об'єктів з використанням соляних, шахтних виробок та інших об'єктів підземного будівництва. На основі аналізу світового досвіду розміщення воєнних об'єктів та оборонних комплексів у підземному просторі виявлено, що такий спосіб є не тільки прийнятним, а й доцільним і більш безпечним в умовах надзвичайних ситуацій або особливого часу.

У другому розділі обґрунтовано методика досліджень з визначення фізико-механічних характеристик середовища, які впливають на стійкість виробок. Розроблена методика щодо визначення можливих ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та втрати стійкості кріплень, що призводить до обвалень і руйнувань підземних виробок. Для гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов шахт встановлено залежності, які визначають поведінку середовища, де розташовуються об'єкти контролю.

У третьому розділі проведено дослідження з оцінки ризиків втрати стійкості підземних виробок з урахуванням натурних досліджень. Обґрунтована та розроблена методика визначення ризиків втрати стійкості підземних виробок, яка дозволяє запропонувати профілактичні заходи по безпечному повторному використанню виробок.

У четвертому розділі проведена оцінка геомеханічного стану гірських порід і стійкості підземного об'єкта на прикладі виробки. Обґрунтовано використання параметрів варіації фізико-механічних властивостей порід для визначення ризиків втрати стійкості виробки, проведено моделювання

напружено-деформованого стану породного масиву методом скінченних елементів і оцінка стійкості підземних виробок для повторного їх використання в оборонно-промислових цілях. Визначені закономірності ймовірного стану підземних виробок з урахуванням зовнішнього впливу. Розроблені та впроваджені процедури та Методичні рекомендації в галузі охорони праці.

В цілому дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, викладення матеріалу підпорядковано одній ідеї, має єдність і послідовність змісту.

6. Рекомендації з використання результатів досліджень

Розроблені «Методичні рекомендації з визначення ризиків і оцінки небезпеки втрати стійкості підземних виробок, що призначені для розміщення промислових та оборонних споруд» встановлюють додаткові способи, які дозволяють підвищити якість управлінських рішень за рахунок експертної оцінки стану підземної виробки. Прогноз передаварійного стану підземної виробки, яка використовується для промислових та оборонних об'єктів, сприяє запобіганню втрати стійкості підземних споруд та гірничих виробок при їх повторному використанні в якості промислових та оборонних об'єктів і значних фінансових витрат на ліквідацію аварій. Методичні рекомендації можуть бути корисними в роботі керівників та співробітників служб з надзвичайних ситуацій, інженерно-технічних працівників гірничої та будівельної промисловості, співробітників науково-дослідних закладів і навчальних інститутів, фахівців, що створюють безпечні умови при будівництві підземних оборонних і промислових споруд.

7. Зауваження по роботі

1. Авторка виконала низку дуже цікавих лабораторних експериментів щодо визначення фізико-механічних властивостей гірських порід, необхідних для оцінки стійкості підземних виробок. Зокрема стверджується "Вперше отримана залежність модуля пружності від вологості...". Однак, у зв'язку з тим, що такі дослідження проводилися раніше, необхідно було б вказати, для яких конкретно умов ця залежність була вперше встановлена.

2. Фахівцям очевидно, що мінливість міцності порід безпосередньо пов'язана із мінливістю зміщень контуру підземної виробки. У другому розділі вивчені міцнісні характеристики гірських порід. Разом з тим, у роботі недостатньо простежується взаємозв'язок міцності порід з деформаціями контуру виробок.

3. Хотілося б у роботі побачити більш детальне обґрунтування двовимірної моделі середовища та повну процедуру імітаційного алгоритму методом скінченних елементів для визначення напружено-деформованого стану породного масиву навколо підземних виробок, що призначені для розміщення промислових та оборонних споруд.

4. Авторка у третьому розділі вказує, що для забезпечення стійкості споруд може виникнути необхідність застосовування різних технологій їх підтримання і періодичного моніторингу з визначенням ризиків. У контексті даного дослідження геофізичні та натурні методи контролю підземних виробок мають велике значення, але в роботі не обґрунтовано, якими конкретно методами та

апаратурою цей контроль буде здійснюватися, які параметри при цьому будуть використовуватись і як буде визначатися вплив зміни окремого параметра контролю і, відповідно, ризику від впливу цього окремого фактора на ідентифікацію ризику втрати стійкості всього об'єкта.

5. У цілому дисертація оформлена добре, однак зустрічаються незначні помилки: невдало обране словосполучення «... США розробили геніальний метод...» (стор. 37); не мають назв осі і мала величина цифр на експлікаціях (рис. 2.8, 2.9, 3.4, 4.18); рисунки, у яких зміни параметрів показані відтінками фарбування, краще представляти у вигляді ізоліній, тому що вони складні для сприйняття (рис. 3.5).

Відзначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки й можуть бути предметом дискусії під час обговорення роботи.

8. Загальні висновки

1. Дисертація Когтевої Ольги Павлівни є завершеною кваліфікаційною науково-дослідною роботою, в якій на основі вперше встановлених закономірностей мінливості властивостей гірських порід та варіації прогнозованих ризиків, визначення особливостей впливу домінуючих факторів на геотехнічну систему в умовах конкретної виробки **вирішено актуальне науково-технічне завдання** з вдосконалення методу прогнозу ризиків втрати стійкості підземних виробок за результатами поточного моніторингу зміщень покрівлі, що має велике значення для контролю безпеки в процесі повторної експлуатації підземних споруд і гірничих виробок в якості промислових та оборонних об'єктів.

2. Робота актуальна і пов'язана з державними науковими програмами, сформульовані положення мають наукову новизну, результати досліджень достатньо обґрунтовані та достовірні.

3. Дисертаційна робота написана грамотно з використанням сучасної науково-технічної термінології, достатньо наповнена ілюстративним матеріалом та відповідними таблицями.

4. Опубліковані наукові статті розкривають зміст дисертації. Основні результати роботи апробовані на трьох вітчизняних та міжнародних конференціях. За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, з яких: 5 – у наукових фахових виданнях, рекомендованих МОН України; 1 – у періодичному науковому виданні, що індексується в наукометричній базі Scopus; 1 публікація апробаційного характеру та 2 патенти України.

5. Розробки впроваджені в Головному Управлінні ДСНС України у Дніпропетровській області та в навчальних процесах для здобувачів вищої освіти першого та другого рівнів підготовки за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека», мають перспективу подальшої реалізації у відповідних умовах.

6. Дисертація відповідає діючим вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступені доктора філософії, в тому числі вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від

12.01.2022 р., «Вимогам до оформлення дисертації», затвердженим наказом МОН України від 12.01.2017 № 40, а також напрямам досліджень спеціальності 263 – «Цивільна безпека».

7. За нове рішення актуального наукового завдання в галузі цивільної безпеки, яке полягає у вдосконаленні методу прогнозу ризиків втрати стійкості підземних виробок за результатами поточного моніторингу зміщень покрівлі з урахуванням встановлених нових закономірностей мінливості властивостей гірських порід та варіації прогнозованих ризиків, а також розробку на цій базі методичних рекомендацій з визначення ризиків і оцінки небезпеки втрати стійкості підземних виробок, що призначені для розміщення промислових та оборонних споруд, впровадження яких в процеси аналізу ризиків в ДСНС України та навчальні процеси вищої освіти дозволило підвищити рівень ризик-орієнтованого управління, що має суттєве значення для безпеки промислових та оборонних об'єктів, Когтева Ольга Павлівна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – «Цивільна безпека».

Офіційний опонент

старший науковий співробітник відділу
проблем розробки родовищ на великих глибинах
ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

І.М. Слащов

Підпис доктора технічних наук старшого наукового співробітника відділу проблем розробки родовищ на великих глибинах Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України Слащова Ігоря Миколайовича засвідчую:

Вчений секретар
ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України
доктор технічних наук, професор



В.Г. Шевченко