

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
БАЛАФІНА Ігоря Євгенійовича
на тему:

«Обґрунтування унітарності кутових параметрів зрушення гірничих порід при наявності у підробленій товщі потужних наносів»,

яка представлена на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань
18 – Виробництво та технології за спеціальністю 184 – Гірництво

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, опублікованих здобувачем результатів досліджень, а також матеріалів, що свідчать про реалізацію та впровадження результатів дисертаційних досліджень.

1. Обґрунтування актуальності обраної теми досліджень та зв'язок з науковими програмами, планами і темами

Актуальність дисертаційної роботи полягає у вдосконаленні методики визначення кутових параметрів процесу зрушення в умовах розробки вугільних пластів Західного Донбасу.

Видобуток вугілля у Західному Донбасі здійснюють 8 шахт ДТЕК ПРАТ "Павлоградвугілля". Розвідані запаси вугілля досягають 15 млрд. т., розроблення яких співпадають з напрямками розвитку енергетичної системи України згідно з держаними програмами розвитку мінерально-сировинної бази (МСБ) України на період до 2030 р.

Дослідження визначення кутових параметрів процесу зрушення для умов розробки пологих вугільних пластів Західного Донбасу дозволять:

- підвищити надійність встановлення границь зони впливу та небезпечного впливу очисних робіт на земній поверхні;
- більш обґрунтовано використовувати гірничі міри охорони (залишення запобіжних ціликів) з використанням визначених за результатами інструментальних досліджень кутів зрушення;
- підвищити надійність методики визначення очікуваних зрушень та деформацій для умов Західного Донбасу.

В дисертаційній роботі використане новий унікальний термін – унітарні кутові параметри процесу зрушення без їх розділення в четвертинних породах та породах карбону. Таке ствердження базується на результатах аналізу багаторічних маркшейдерських інструментальних спостереженнях над очисними виробками шахт Західного Донбасу за досить значний період: 1960-2012 роки.

Слід зазначити, що результати виконаних експериментальних досліджень, не були впроваджені в процес складання діючого нормативного документу «Правила підробки...» і не враховують унікальність регіону з потужністю покриваючих порід від 50 до 200 м.

Результати досліджень забезпечують підвищення надійності заходів охорони об'єктів земної поверхні в зоні впливу очисних робіт. Реалізація результатів досліджень на практиці може зменшити витрати вугілля в запобіжних ціликах в умовах збільшення глибини розробки.

2. Обґрунтованість наукової новизни, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна

Наукова новизна:

1. На підставі аналізу та узагальнення результатів вивчення деформування гірських порід і земної поверхні над очисними виробками в Західному Донбасі вперше встановлено, що кутові параметри з високою достовірністю можна вважати уніфікованими в межах подробленої товщі і вони не залежать від співвідношення потужності порід наносів і корінних порід.

Підставою для цієї наукової новизни є математичний аналіз і узагальнення результатів польових досліджень. Репрезентативність вихідних даних не викликає сумнівів. В такому вигляді наукова новизна декларується вперше.

2. Вперше встановлено, що положення точок з граничними значеннями нахилів і горизонтальних деформацій земної поверхні, прийнятими як критерії для визначення границь впливу і небезпечного впливу очисних робіт не співпадають.

Підставою для формулювання другого пункту наукової новизни є результати графоаналітичного аналізу і математичної обробки результатів натурних спостережень. Автор виходить за межі традиційного підходу, що полягає у використанні більш небезпечного фактору, для визначення меж небезпечного впливу подробки. Натомість він пропонує диференційований підхід, в якому критерій обирається в залежності від типу об'єктів, що підлягають захисту. Другий пункт наукової новизни не викликає заперечень.

3. Вперше встановлено, що значення кутових параметрів зрушення земної поверхні не є постійними у межах родовища Західного Донбасу, а закономірно змінюються із збільшенням глибини розробки вугільних пластів. З високим рівнем достовірності залежність кутових параметрів від глибини розробки описується логарифмічними рівняннями, аргументом яких є глибина.

Третій пункт наукової новизни виглядає неоднозначно. Залежність кутових параметрів зрушення від глибини декларували і інші автори, що констатує і сам автор роботи в аналізі літературних джерел (стор. 39-41). Тому, на думку рецензента, більш коректно формулювати ступінь новизни у вигляді «отримали подальший розвиток» і розкривати сутність новизни порівняно з попередніми дослідженнями.

4. Вперше для умов Західного Донбасу встановлено залежність кутових параметрів від напрямку відпрацювання очисної виробки щодо головних перерізів мульди зрушення.

Ступінь новизни четвертого пункту наукової новизни доцільно було вказати у вигляді «отримали подальший розвиток». Це жодним чином не знизить наукової цінності роботи, однак нівелює неоднозначність, щодо пріоритетності результатів досліджень наукового керівника автора, зокрема викладених в роюотах [78, 80].

Вважаю, що наукова новизна полягає в узагальненні та систематизації результатів експериментальних спостережень за зрушенням земної поверхні, розробленні методичних підходів та практичних рекомендацій, спрямованих на вирішення актуальної наукової задачі з удосконалення методики визначення кутових параметрів процесу зрушення в Західному Донбасі.

Достовірність отриманих результатів підтверджується значною кількістю оброблених результатів інструментальних спостережень та оцінкою точності запропонованої у роботі методики визначення кутових параметрів процесу зрушення. Оцінка точності виконана на підставі порівняння фактично встановлених уніфікованих кутових параметрів з тими самими значеннями отриманими за допомогою запропонованої методики. Також в роботі виконаний аналіз похибок кутових параметрів, визначених із застосуванням діючої методики «Правил підробки...». Автором доведено, що середньоквадратичні похибки отриманих залежностей щодо визначення уніфікованих граничних кутів, кутів зрушення та повних зрушень не перевищують до $\pm 2^\circ$.

Автором сформульовано мету, ідею, завдання, обрано методи досліджень; обґрунтовано напрям дослідження кутових параметрів зрушення гірських порід та земної поверхні; розроблено методику аналізу даних натурних маркшейдерських спостережень, виконано відбір даних спостережень, що відповідають умовам досліджень; виконаний математичний аналіз експериментальних даних та встановлені закономірності зміни кутових параметрів зрушення, що полягають у їх залежності від глибини розробки вугільного пласта та напряму ведення очисних гірничих робіт.

Висновки, наведені в дисертаційній роботі, обґрунтовані та відповідають задачам проведених досліджень та результатам їх аналізу. Рекомендації щодо практичного застосування результатів наукових досліджень, представлені у п'ятому розділі роботи, повноцінно можуть бути прийнятими для удосконалення діючого нормативного документа «Правила підробки...» для умов розробки пологих вугільних пластів родовища Західного Донбасу.

В роботі визначені умови застосування запропонованої методики та надані пропозиції щодо продовження наукових досліджень за обраною тематикою, які дозволять розширити межі використання отриманих результатів в умовах змінення гірничо-геологічних параметрів видобування пологих вугільних пластів Західного Донбасу.

3. Оцінка змісту роботи, обсяг та повнота висвітлення результатів у публікаціях та їх апробація

Дисертаційна робота має логічну структуру та складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет, методи дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ стосується загальних питань вивчення процесу зрушення, його параметрів та відомих способів прогнозування зрушень та деформацій земної поверхні на підставі ознайомлення з вітчизняними та закордонними джерелами.

У другому розділі обґрунтовано методику дослідження кутових параметрів, розглянуто формування границь мульди зрушення під впливом деформування гірських порід у зоні опорного тиску, проаналізовано гірничо-геометричні та геомеханічні чинники, що впливають на процес зрушення, а також визначено напрям подальших досліджень для умов Західного Донбасу.

У третьому розділі виконано відбір та аналіз результатів натурних маркшейдерських інструментальних спостережень над очисними роботами шахт Західного Донбасу, описано порядок обробки їх обробки та визначення фактичних кутових параметрів за критичними значеннями нахилів і горизонтальних деформацій.

У четвертому розділі виконано основний аналіз кутових параметрів процесу зрушення: досліджено граничні кути, кути зрушення та кути повних зрушень, встановлено їх залежність від глибини розробки та напряму ведення очисних робіт, а також показано перевагу унітарного підходу до їх визначення.

У п'ятому розділі на підставі досліджень, виконаних автором, запропоновано нову методику визначення кутових параметрів процесу зрушення земної поверхні для умов шахт Західного Донбасу при наявності в товщі гірських порід потужних четвертинних відкладень (наносів).

Основні положення, висновки та рекомендації дисертації достатньо повно відображені в опублікованих працях автора. За темою дисертації опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 4 – у виданнях з високим індексом цитування, 5 – у фахових наукових виданнях, а також 6 апробаційних доповідей у матеріалах наукових конференцій, що є достатнім відповідно до вимог МОН України до оприлюднення результатів дисертаційного дослідження на здобуття ступеня доктора філософії.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Наукове значення дисертаційної роботи полягає розробленні нового уніфікованого підходу до визначення кутових параметрів процесу зрушення земної поверхні без їх розділення в межах підроблюваної товщі масиву гірських порід в залежності від глибини розробки та напрямку посування очисного вибою відносно головних перетинів мульди зрушення. Такий підхід дозволив для умов потужних наносів Західного Донбасу підвищити точність діючої нормативної методики визначення очікуваних зрушень та деформацій земної поверхні «Правила підробки...», надійність якої безпосередньо

залежить від правильного вибору кутових параметрів процесу зрушення для конкретного регіону.

Практичним результатом дисертаційної роботи є:

– розроблення практичних рекомендацій з визначення уніфікованих граничних кутів та кутів повних зрушень, що дає можливість зменшити похибки визначення границь зони впливу на земній поверхні та очікуваних величин зрушень та деформацій. Як наслідок, це підвищить надійність визначення умов безпечної підробки об'єктів, що потрапляють у зону впливу підземних гірничих робіт;

– розроблення методики визначення уніфікованих кутів зрушення для умов Західного Донбасу, що надає можливість більш обґрунтованого визначення границь зони небезпечного впливу в залежності від глибини розробки. Запропонована методика дозволяє підвищити надійність визначення границь та площі охоронних ціликів, що в умовах збільшення глибини розробки призведе до зменшення втрат вугілля в них та забезпечить підвищення повноти виймання корисної копалини.

5. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

На підставі ознайомлення із дисертаційною роботою здобувача Балафіна І.Є. порушень академічної доброчесності виявлено не було. При цитуванні інших вчених зроблено відповідні посилання на публічні інформаційні джерела.

6. Дискусійні положення та зауваження

1. Третій пункт наукової новизни виглядає неоднозначно. Автор формулює: «Вперше встановлено, що значення кутових параметрів зрушення земної поверхні не є постійними у межах родовища Західного Донбасу, а закономірно змінюється із збільшенням глибини розробки вугільних пластів». Проте, залежність кутових параметрів зрушення від глибини, декларувались раніше, що констатує сам автор аналізуючи дослідження інших авторів (стор. 39-41). Тому більш коректно формулювати ступінь новизни у вигляді «отримали подальший розвиток» і розкривати сутність новизни порівняно з попередніми дослідженнями.

2. Наукові положення сформульовані автором як декларація, без розкриття сутності. Більш коректно, на думку рецензента, формулювати їх у вигляді закономірностей. Тільки в третьому положенні згадується логарифмічне рівняння.

3. Термін «унітарні кути» вважаю невдалим, бо він розуміється як однакові кути, а по суті кути різні (в залежності від глибини, розташування профільних ліній реперів щодо границь очисної виробки), тільки не диференційовані по глибині. Більш коректно, на думку рецензента, використовувати термін «еквівалентні» кути.

4. Огляд літератури в роботі був би значно сильніше, якщо б в ньому були критично проаналізовані закордонні і сучасні методи прогнозу осідань. Зокрема Probability Integral Method, Influence Function Methods, InSAR-Based Prediction, чисельне моделювання.

5. Сторінка 63. Автор зазначає «При вдалому співвідношенні розмірів ціликів і виробленого простору деформації гірських порід можуть проявитися на земній поверхні, і навпаки, при невдалому співвідношенні над ціликами відбувається концентрація деформацій». Не зрозуміло, що таке концентрація деформацій?

6. Сторінка 82. Автор вказує «Ця залежність при коефіцієнтах кореляції $R=1$ описується формулами:» При такому коефіцієнті кореляції це ідеальна лінійна залежність не схожа на зв'язок випадкових величин. Виникає питання некоректності використання статистичних оцінок для теоретичного рівняння.

7. Навіть розуміючи контекст обговорення особливостей геологічної будови Західного Донбасу, важко зрозуміти фізичний зміст деяких залежностей, зокрема «Залежність потужності наносів від глибини H » (сторінка 119). На рис. 4.8 – «Графік залежності H від h ». В контексті дослідження було би більш коректно сформулювати представленні особливості геологічної будови не використовуючи слово «залежність». Наприклад збільшення потужності наносів співпадає з збільшенням глибини залягання вугільних пластів в певному географічному напрямку.

8. На сторінці 121 автор аналізує залежності граничних кутів ω_0 при фіксованому нормативному значенні кута $\varphi_0 = 45$ і уніфікованого кута від глибини H , на підставі чого робить більш загальний висновок, що використання встановлених експериментально уніфікованих граничних кутів для позначення границь зони впливу очисної виробки на земній поверхні призведе до менших похибок, ніж використання окремих граничних кутів у породах наносів та карбону. Більш коректно при формуванні наведеного висновку додавати уточнення, що диференціація кутів розглядалась «при фіксованому нормативному значенні кута $\varphi_0 = 45$ ». Аналогічне зауваження і до кутів повних зрушень.

9. Оскільки результат регресійного аналізу (аналітичні залежності 4.2-4.7) використовуються в висновках і науковій новизні, доцільно навести статистичні оцінки їх точності порівняно з іншими видами залежностей (лінійна, поліноміальна, ступенева тощо). Аналогічне зауваження стосується залежностей 4.14-4.16.

10. З змісту четвертого розділу роботи не зрозуміло, на якій контрольній групі проведена порівняльна оцінка точності прогнозу розрахованих уніфікованих граничних кутів та положення границь зони впливу (табл. 4.2). Від цього залежить адекватність висновку розділу 4.1, що середньоквадратична помилка положення границі зони впливу, розрахована за запропонованими кутовими параметрами, зменшилась у 5 разів у порівнянні з похибкою нормативних кутів.

11. На рис 4.1 доцільно зазначити символ ε біля ω_0 , оскільки на рисунку наведено побудови по деформаціям.

12. На сторінці 159 автор рекомендує обмежити використання розробленої методики потужністю пласта, що виймається – 0.7-1.2 м. Це обмеження потребує пояснення, оскільки в попередніх розділах роботи зазначено, що потужність пласта не впливає на кутові параметри зрушень.

13. У висновку при формулюванні наукового значення роботи доцільно в текст «з метою вдосконалення методики прогнозування впливу гірничих розробок на будівлі, споруди та природні об'єкти, що підробляються», додати з метою підвищення точності прогнозу.

14. Виявлені одруківки та типологічні помилки по тексту. Зокрема:
- А.Г. Акимов і О.Г. Акімов це один автор, доцільно цитувати однообразно;
 - Табл. 1.3 «Вітхід», замість «Відхід»;
 - Рис. 1.7 відсутні позначки, a_0 - a_9 ;
 - доцільно замінити по тексту “плавуні” на “пливуні” у всіх варіантах вживання;
 - Стор. 51 “Уточнення вугільного пласта” одруківка “утонення вугільного пласта”;
 - Стор. 89. “Зазначені шахти розробляють вугільні пласти Самарської групи z_1 , z_1^2 , z_3 , z_4^H , z_5 , z_6 , z_7 , z_8^H , z_8 , z_{10} , n_{10} , c_{11} ” Символи пластів вказані некоректно;
 - Стор. 90. “...(шх. "Шо." Глибина...”. Частина тексту в назві шахти втрачена;
 - Стор. 96. «Вимірювання довжин виконується за двома штативною схемою», назва схеми вимірювання вказана з помилкою;
 - Стор. 100. «...розташованих над цілком у розрізної печі», одруківка «ціликом».

Зазначені зауваження до роботи не знижують наукового рівня та загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи, проте зауваження щодо формальних аспектів та оформлення вважаю повинні бути враховані.

7. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково завдання з удосконалення методики визначення кутових параметрів зрушення земної поверхні в умовах підземної розробки пологих вугільних пластів Західного Донбасу за наявності потужних наносів. Отримані автором наукові результати є обґрунтованими, базуються на значному масиві натурних маркшейдерських спостережень, достатньо повно викладені в дисертації та опублікованих працях. Основні положення, висновки і рекомендації роботи мають наукову новизну та практичне значення.

Вважаю, що дисертаційна робота **Балафіна Ігоря Євгенович** «Обґрунтування унітарності кутових параметрів зрушення гірничих порід при наявності у підробленій товщі потужних наносів» за змістом відповідає спеціальності 184 – Гірництво та задовольняє вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти і науки України від 12.07.2017 р. № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» і постановою Кабінету

Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії...».

Вважаю, що дисертація **Балафіна Ігоря Євгеновича** може бути представлена до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 184 – Гірництво при НТУ «Дніпровська політехніка».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри гірничої справи
Технічного університету
«Метінвест Політехніка»

Іван САХНО