

ВІДГУК

офіційного опонента **Четверика Михайла Сергійовича** на дисертаційну роботу **Калініченко Олени Всеволодівни** «Розвиток наукових основ управління напружено-деформованим станом масиву при формуванні підземних виробок» представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин

I. Актуальність теми досліджень

Криворізький залізорудний басейн займає перше місце по видобутку залізних руд підземним способом в Україні. Однак значні обсяги видобутку залізних руд за більш ніж сто тридцять років експлуатації родовищ визначили катастрофічний вплив гірничих робіт на рельєф денної поверхні в полях діючих та ліквідованих шахт Кривбасу. Зони обвалення з терасами, провалами та воронками займають величезні території Криворізького басейну і продовжують збільшуватися.

Геомеханічні процеси, які спостерігаються в порушеному масиві гірських порід в процесі видобутку корисних копалин, призводять, іноді, до гірських ударів, руйнування несучих стелін та міжкамерних ціликів і як наслідок – зміни рельєфу денної поверхні. Тому представлена робота, присвячена розвитку наукових основ управління процесами взаємодії полів напружено-деформованого стану масиву при формуванні підземних гірничих виробок, встановленні закономірностей деформацій денної поверхні залежно від глибини розробки, кута падіння покладу, фізико-механічних властивостей гірських порід, обґрунтування параметрів та розробка технологій відпрацювання рудних покладів, які запобігають утворенню провалів земної поверхні при підземному видобутку руд є **актуальною науково-технічною проблемою** в області підземної розробки родовищ корисних копалин, що має важливе значення для підвищення техніко-економічних показників гірничовидобувних підприємств, створення безпечних умов існування об'єктів цивільного і промислового призначення та збереження непорушеної денної поверхні, а тема дисертаційної роботи Калініченко О.В., присвячена вирішенню цієї проблеми, є актуальною.

Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт Криворізького національного університету відповідно до Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року.

II. Основний зміст дисертаційної роботи і зауваження по її розділам

Дисертація складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків і списку використаних джерел із 317 найменувань на 41 сторінці, містить 299

сторінок машинописного тексту, 18 таблиць та 85 рисунків, з яких 18 – на окремих сторінках, а також 11 додатків на 47 сторінках.

У вступі автор обґрунтував актуальність теми, сформулював мету, ідею та завдання досліджень, визначив об'єкт, предмет і методи дослідження, виклав основні наукові положення, що виносяться на захист, новизну та практичне значення одержаних результатів, навів інформацію про апробацію результатів дисертаційної роботи а також особистий внесок здобувача.

У першому розділі автор приведений аналіз результатів досліджень провідних фахівців підземного видобутку руд на значних глибинах. Автор проаналізував сучасний стан сировинної бази Кривбасу, а також шляхи розв'язання проблеми збереження денної поверхні в полях відпрацьованих, законсервованих і діючих шахт Криворізького басейну.

Результати виконаного аналізу показали, що при підземному видобуванні з надр корисних копалин змінюється напружено-деформований стан гірських порід. А це, своєю чергою, впливає на процеси зрушення гірських масивів, при яких зміщення можуть досягати верхніх горизонтів і проявлятися у вигляді деформацій земної поверхні.

Автором зроблено висновок, що одним з ефективних способів, що гарантують неможливість провалів і просідань денної поверхні в межах шахтних полів Кривбасу, є впровадження на шахтах басейну систем розробки з закладанням виробленого простору.

На підставі проведеного аналізу здобувач сформулювала мету та задачі досліджень.

Зауваження:

– необхідно вказати на відсутність у роботі аналізу технологій пошуку невідомих, але існуючих на сьогодні пустот, які впливають на деформацію земної поверхні і можуть бути небезпечними.

У другому розділі автором запропоновано комплексну методіку дослідження геотехнічних і технологічних завдань, яка забезпечує обґрунтовану перевірку результатів теоретичних, експериментальних та практичних досліджень і гарантує високу достовірність одержаних результатів.

Аналітичні дослідження з розрахунком напружень і деформацій в гірському масиві виконувалися за допомогою метода кінцевих елементів. Для побудови епюр напружень і деформацій методом кінцевих елементів над моделлю було проведено тріангуляцію (розбиття 3D-моделі на трикутники).

З метою встановлення закономірностей зміни напружень і деформацій у контрольних точках очисних камер, а також фіксування просідань денної поверхні було виконано комплекс експериментів з визначення цих величин залежно від фізико-механічних властивостей гірського масиву й закладного матеріалу. Установлено параметри лінії тренду й визначено рівняння для знаходження величини напружень і деформацій гірського масиву залежно від

модуля пружної деформації гірських порід і стану очисних камер. Визначено достовірність апроксимації для діагностованих кривих.

Для лабораторних досліджень деформацій і напруженого стану масиву автор використовував еквівалентні матеріали: кварцовий пісок, мелений граніт, чавун і парафін. Параметри ділянки родовища приймалися адекватними математичній моделі.

В роботі здійснювалось моделювання випуску обваленої руди з блоків на статичних моделях випуску. В якості еквівалентного матеріалу автор обґрунтовано використав відповідну до масштабу моделювання фракцію мартитової руди. Для моделювання масиву твердіючої закладки автором обґрунтовано склад суміші з використанням зневоднених шламів збагачувальних фабрик Криворізького басейну в суміші з технічним парафіном. Зазначений еквівалентний матеріал є пружно-пластичним і за своїми фізико-механічними властивостями аналогічний модельованому масиву.

Оброблення результатів моделювання здійснювалося методами математичної статистики. Для визначення точності одержаних результатів розраховувалися відповідні коефіцієнти варіації.

Зауваження:

- чому кожен вид досліджень (аналітичні, лабораторні...) не наведено у відповідних розділах, де вони використовувалися?
- в розділі не розглянуто промислові дослідження, хоча вони присутні в роботі.

Третій розділ присвячено дослідженням напружено-деформованого стану масиву гірських порід у полях діючих шахт Кривбасу. Для одержання необхідних чисельних значень процес дослідження було розбито на етапи, прив'язані до технологічних циклів відпрацювання покладів. Технологічні цикли розглядалися як процес перерозподілення напружень між гірським масивом, закладкою й обваленими пустими породами, при цьому навантаження в кожному наступному етапному циклі визначалося з урахуванням попереднього технологічного циклу. Автором удосконалено існуючу методику за рахунок встановлення впливу анізотропії гірських порід на напружено-деформований стан масиву. Цей стан запропоновано враховувати поправочним коефіцієнтом «дискретно-континуальної анізотропії гірських порід $K_{\text{ДКА}}^{\text{ГП}}$ ».

Для визначення ключових залежностей трансформації напружено-деформованого стану масиву було проведено базові дослідження ділянки шахтного поля шахти «Гігант-Глибока» завдовжки за простяганням понад 2,1 км і завглибшки за падінням до 900 м. Розрахунок напружень і деформацій здійснювався методом кінцевих елементів на базі програмного комплексу Ansys 16.0. Встановлено, що максимальний рівень вертикальних деформацій при трансформації відпрацьованих камер з відкритим очисним

простором має місце на денній поверхні та становить близько 262 мм. Одержані значення «просідання» денної поверхні над місцями ведення підземних гірничих робіт добре узгоджуються з результатами інструментальних спостережень, при яких похибка не перевищує 10–12 %. Доведено, що установлений рівень «просідання» денної поверхні є достатньо великим, оскільки на поверхні в цьому районі знаходиться інтенсивна житлова забудова й різні об'єкти міської інфраструктури (зокрема дороги), які не допускають порушення денної поверхні.

В роботі досліджено напружено-деформований стан масиву гірських порід і один із основних технологічних параметрів – стійкість оголень очисних камер, особливо їх стелін.

Згідно з умовами експерименту, було сформовано моделі з горизонтальною, шатровою, склепистою і похилою покрівлею камер, кут нахилу яких варіювався в широких межах. Прийняті величини тиску обвалених порід на рудний масив P_1 , P_2 і P_3 відповідали гірничотехнічним умовам відпрацювання родовищ Криворізького басейну на глибинах відповідно 1200, 1450 і 1700 м.

Автором доведено, що показник величини максимальних напружень у міжповерхових ціликах змінюється в широких межах, залежить від форми стелини та знаходиться в поліноміально-логічній залежності від глибини розробки, міцності залізних руд, кута нахилу, відносного радіуса кривизни стелини й при її склепистій формі набуває мінімальних значень, дозволяючи формувати стійкі оголення стелін очисних камер на глибинах до 2000 м.

Автором виконано дослідження напружено-деформованого стану масиву гірських порід при відпрацюванні уранових руд в полях діючих шахт ДП «СхідГЗК». Розроблено методику визначення безпечних та стійких параметрів очисних блоків. Встановлено, що виконані розрахунки стійкості оголень у відпрацьованих камерах з урахуванням фактичного часу їх існування показали, що отримані параметри повністю відповідають фактичній стійкості камер у блоках усіх шахт.

В роботі досліджено та визначено закономірності впливу кута падіння рудного покладу, товщини стелини та ступеня її порушеності гірничими виробками на несучу здатність і стійкість стелін та визначено залежність впливу коефіцієнта зменшення міцності стелини $K_{кр}$ від дії на неї кислотного розчину при використанні технології підземного блокового вилуговування уранових руд з відпрацюванням спарених по висоті блоків.

Виконаними дослідженнями встановлено, що при відпрацюванні бідних урановмісних руд із застосуванням технології підземного блокового вилуговування спареними по висоті блоками товщина тимчасового міжповерхового цілика-стелини визначається із урахуванням коефіцієнта зменшення міцності стелини від дії на неї кислотного розчину $K_{кр}$, який визначається як відношення межі міцності уранових руд, що зазнали дії кислотного розчину, до межі міцності вихідних зразків, які не мали такого впливу, і змінюється за поліноміальною залежністю від 0,66 до 0,6 при

технологічному терміні дії на уранові руди кислотного розчину від 2 до 6 місяців

Зауваження:

– в рівняннях 3.34, 3.36 різні діапазони міцності руди містять однакові значення. Чому для різних залежностей діапазони пересікаються? Слід вказати середні значення, тобто 5,6 і 7,0. Те ж стосується формул 3.38-3.40, 3.42-3.44 і 3.55-3.57.

– на стор. 167 в класифікації покладів підгрупа III_2 – з кутом падіння до 70^0 , а підгрупа III_3 – з кутом падіння понад 35^0 . Це один і той же діапазон кутів падіння?

У четвертому розділі роботи встановлено, що в «зону обвалення» потрапляють цілі міські житломасиви, такі як Карнаватка, селище Куйбишеве, селище Горького та ін. Процеси зрушень на денній поверхні мають динамічний характер і є результатом постійного підземного видобутку залізних руд. Відповідно збільшується «зона обвалення», у яку потрапляють промислові та цивільні об'єкти.

Автором досліджено і розроблено технологічні рішення, які запобігають утворенню провалів земної поверхні при підземному видобутку залізних руд.

Доведено, що єдиним шляхом вирішення визначеної проблеми є заповнення відпрацьованих камер закладними сумішами.

Автор стверджує, що закладення виробленого простору, зазвичай, вимушений захід. Основною перевагою закладення є збереження денної поверхні й налягаючих гірських порід. До основних недоліків закладення камер належить ускладнення технології та підвищення собівартості видобутку.

Для ліквідації зазначених недоліків автори запропонували технологію комбінованого закладення камер з каркасом твердіючої закладки та породним модулем усередині сформованої структури, яка отримала назву «каркасно-модульної» технології закладення. Запропонована технологія комбінованого «каркасно-модульного» закладення камер може бути рекомендована для заповнення камер як першої, так і другої черг при відпрацьованні родовищ за технологією «камера – цілик». Однак основною перевагою даної технології можна вважати доцільність її застосування в камерах першої черги.

Доведено, що знаходження каркасно-модульного цілика в умовах об'ємного стиснення підвищує його стійкість, яка практично не залежить від ширини каркаса й коливається в межах 3–8 % у відносних величинах. Стійкість оголень каркаса твердіючої закладки залежить загалом від міцності закладки й величини оголення закладного масиву.

Виконані дослідження дозволили констатувати, що величина деформації денної поверхні при камерному вийманні магнетитових кварцитів

із закладенням камер знижується на 55–95 % і знаходиться в поліноміальній залежності від глибини розробки, кількості відпрацьованих горизонтів, фізико-механічних властивостей гірських порід і матеріалу закладки, а також структури штучного цілика, каркасно-модульна будова якого забезпечує зниження величини деформації на 75–80 % при скороченні собівартості закладних робіт на 43–54 %.

Зауваження. Принципових зауважень немає, але при обґрунтуванні параметрів каркасно-модульної будови цілика необхідно привести більш конкретні умови для конкретної шахти.

П'ятий розділ автор присвятив дослідженням та обґрунтуванню концепції застосування інформаційних технологій для моніторингу та управління напружено-деформованим станом гірського масиву при видобутку залізних руд підземним способом.

В роботі доведено, що розроблення геоінформаційної системи попередження й моніторингу за осіданням територій Криворізького залізорудного басейну дозволить розв'язати дві основні проблеми: попередження можливих деформацій і розкриття причин та закономірностей розвитку таких деформацій. На першому етапі необхідно виконати попереднє моделювання й запустити пілотний проект на невеликій території, наприклад, для східного борту Глеєватського кар'єру ПрАТ «Центральний ГЗК» у зоні впливу підземних гірничих робіт або території шахтного відведення закритого й ліквідованого РУ ім. Ілліча.

Такий пілотний проект дозволив би зацікавленим сторонам визначитися з можливостями й бажаннями партнерів і був би частиною меморандуму про взаєморозуміння між владою міста, Криворізьким національним університетом та GeoMos AG, який виступає як консультант і представляє інтереси групи Hexagon і партнерів.

Зауваження:

– доцільно навести параметри геоінформаційної системи попередження й моніторингу за осіданням територій Криворізького залізорудного басейну.

У шостому розділі наведено результати розроблення й упровадження нових технологій відпрацювання залізних руд з можливістю збереження земної поверхні Криворізького басейну. Запропоновано технологію комбінованого «каркасно-модульного» закладення камер першої черги при відпрацюванні родовищ за технологією «камера – цілик».

Виконано дослідження випуску обваленої руди на контакті з твердіючим штучним масивом. Доведено, що втрати руди в гребнях відпрацьованих блоків другої черги на контакті зі штучним масивом закладених камер першої черги при запропонованій технології знижуються

до величин 0,7–1,2 %, дозволяючи збільшити вилучення руди з блока на 4,1–7,8 %.

На підставі встановлених закономірностей випуску відбитої руди на контакт з твердіючим закладним масивом розроблено технологічну схему відпрацювання ділянки шахтного поля з трапецієподібною формою основи блоків і комбінованою закладкою очисного простору.

Встановлено, що річний економічний ефект від упровадження у виробництво технологічних рішень, розроблених у дисертаційній роботі, складе на гірничодобувних підприємствах Криворізького басейну 1314,714 тис. грн.

Зауваження:

– економічне оцінювання геомеханічних ризиків є зайвим, оскільки претендує на окреме дослідження.

III. Оцінка наукових положень, висновків та рекомендацій, їх новизна, обґрунтованість та вірогідність

Автором дисертації сформульовано за спеціальністю 05.15.02 – «Підземна розробка родовищ корисних копалин» 4 наукових положення.

Перше наукове положення «Інтегральний показник величини максимальних напружень у міжповерхових ціліках змінюється в межах від -10 до +32 МПа на глибинах понад 1200 м, залежить від форми стелини й знаходиться в поліноміально-логіарифмічній залежності від глибини розробки, міцності залізних руд, кута нахилу, відносного радіуса кривизни стелини та при її склепистій формі набуває мінімальних значень, дозволяючи формувати стійкі оголення стелин очисних камер на глибинах до 2000 м» отримано на підставі обробки результатів математичного моделювання і підтверджені даними інструментальних спостережень за вертикальними зміщеннями. Похибка розрахункових методів не перевищує 10–12 %.

Друге наукове положення «При відпрацюванні бідних урановмісних руд із застосуванням технології підземного блокового вилуговування спареними по висоті блоками товщина тимчасового міжповерхового ціліка-стелини визначається з урахуванням коефіцієнта зменшення міцності стелини від дії на неї кислотного розчину $K_{кр}$, який визначається як відношення межі міцності уранових руд, які зазнали дії кислотного розчину, до межі міцності вихідних зразків, які не мали такого впливу, і змінюється за поліноміальною залежністю від 0,66 до 0,6 при технологічному терміні дії на уранові руди кислотного розчину від 2 до 6 місяців» отримано на підставі обробки результатів експериментальних досліджень на зразках гірських порід в умовах шахт ДП «СхідГЗК» із залученням розрахункових методів. Обґрунтованість і достовірність результатів досліджень забезпечується достатнім обсягом експериментальних даних, які отримані з використанням апробованих методів проведення досліджень.

Третє наукове положення «Величина деформації денної поверхні при камерному вийманні магнетитових кварцитів з закладкою знижується на 55–95 % і знаходиться в поліноміальній залежності від глибини розробки, кількості відпрацьованих горизонтів, фізико-механічних властивостей гірських порід і матеріалу закладки, а також структури штучного цілика, каркасно-модульна будова якого забезпечує зниження величини деформації на 75–80 % при скороченні собівартості закладних робіт на 43–54 %» отримано в результаті математичного моделювання впливу гірничо-геологічних і технологічних умов відпрацювання покладів системами розробки з закладкою виробленого простору з урахуванням закономірностей зміни геомеханічних параметрів НДС комбінованого гірського та штучного масиву. Обґрунтованість і достовірність встановлених закономірностей зміни геомеханічних параметрів НДС масиву забезпечується достатньою збіжністю експериментальних і теоретичних даних, які не перевищують 10 %.

Четверте наукове положення «Втрати руди в гребенях відпрацьованих блоків другої черги на контакті зі штучним масивом закладених камер першої черги експоненційно залежать від висоти відпрацьованих блоків, поліноміально від кута нахилу бічних поверхонь трапецеїдальної основи штучних ціликів і при формуванні кутів нахилу, адекватних твірній воронки випуску, знижуються до величин 0,7–1,2 %, дозволяючи збільшити видобування руди з блока на 4,1–7,8 %». Новизна наукового положення полягає у встановленні залежностей втрат відбитої руди в очисному просторі в залежності від гірничо-геологічних та технологічних параметрів очисного блоку. Обґрунтованість і достовірність встановлених залежностей забезпечується високим коефіцієнтом достовірності апроксимації $R^2=0,9993$.

В роботі використані апробовані методи досліджень: аналіз, узагальнення й систематизація теоретичного та практичного досвіду, методи фізичного і математичного моделювання, аналітичний метод досліджень та промисловий експеримент. Методи відповідають поставленим задачам, що дозволяє твердити про обґрунтованість та вірогідність наукових положень та висновків дисертації.

IV. Значення одержаних в дисертації результатів для науки та практики

Наукове значення полягає в розвитку наукових основ управління процесами взаємодії полів напружено-деформованого стану масиву при формуванні підземних гірничих виробок, установленні закономірностей деформацій денної поверхні залежно від глибини розробки, кута падіння покладу, фізико-механічних властивостей гірських порід і матеріалу закладки, форми стелини очисних камер та структури штучного цілика, що дозволяє обґрунтувати параметри та розробити ефективні й безпечні технології відпрацювання рудних покладів, які запобігають утворенню провалів земної поверхні при підземному видобутку руд.

Практичне значення полягає в розробці методики розрахунку величини максимальних напружень у міжповерхових ціликах на глибинах понад 1200 м залежно від форми стелин, глибини розробки, міцності залізних руд, кута нахилу, відносного радіуса кривизни стелини, методичних рекомендацій «Выбор и обоснование устойчивых форм потолочин при добыче железных руд на больших глубинах» для умов шахт ПрАТ «Євраз Суха Балка» та родовища шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком», розробленні методики розрахунку величини деформації денної поверхні при камерному вийманні магнетитових кварцитів залежно від глибини розробки, кількості відпрацьованих горизонтів і фізико-механічних властивостей гірських порід і матеріалу закладки, а також структури штучних закладних масивів, методики проведення експериментально-промислових досліджень стійкості елементів очисних камер на шахтах ДП «СхідГЗК» та «Інструкції з визначення безпечних та стійких параметрів очисних блоків на шахтах ДП «СхідГЗК», розробленні методики розрахунку стійкості стелин при використанні технології підземного блокового вилуговування уранових руд із відпрацюванням старених по висоті блоків, методики розрахунку втрат руди в гребенях на контакті з твердіючим закладним масивом камер першої черги після випуску обваленої руди з блоків другої черги та методики визначення оптимальних параметрів технології відпрацювання рудних покладів з урахуванням мінімізації втрат руди в гребенях і збільшення показників видобування відбитої руди з блоків другої черги, розробленні технології площинного пошарового випуску відбитої руди з «мертвої зони» лежачого боку рудних покладів з недостатніми кутами падіння при формуванні похилого обмежуючого контакту відбитої руди з очисним забоєм та технологічних схем комбінованого «каркасно-модульного» закладення камер із каркасом твердіючої закладки та породним модулем усередині сформованої структури для умов шахт Криворізького басейну, розробленні Стандарту підприємства (СТП) «Методика расчета удельных норм расхода основных материальных ресурсов подземного горнодобывающего комплекса ГП «ВостГОК» та Стандарт підприємства (СТП) «Нормы расхода основных материалов на ведение горных работ в условиях шахтоуправления по подземной добыче руды (на правах шахт) горного департамента ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог».

V. Конкретні шляхи використання одержаних наукових та прикладних результатів

Наукові результати виконаних досліджень використані:

- у проектах на відпрацювання запасів залізородної сировини на шахтах Криворізького залізрудного басейну;
- у технологіях формування шатрових стелин компенсаційних камер при видобутку залізних руд на глибоких горизонтах шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком» на підставі методичних рекомендацій «Выбор и обоснование устойчивых форм потолочин при добыче железных руд на

більших глибинах» в умовах родовища шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком»;

– у технологіях формування склепистих стелин при видобутку залізних руд на значних глибинах на підставі методичних рекомендацій «Выбор и обоснование устойчивых форм потолочин при добыче железных руд на больших глубинах» на шахтах ПрАТ «Євраз Суха Балка».

VI. Загальні зауваження по роботі

1. В роботі представлений достатній обсяг теоретичних, експериментальних і промислових досліджень та їх математичної обробки, але дуже значний обсяг займає комп'ютерне моделювання геомеханічних процесів при дослідженні напружено-деформованого стану гірського масиву.

VI. Загальні висновки по дисертації

1. В дисертації дано рішення актуальної наукової проблеми, яка стосується встановлення закономірностей деформацій денної поверхні залежно від глибини розробки, кута падіння покладу, фізико-механічних властивостей гірських порід і матеріалу закладки, форми стелини очисних камер та структури штучного підпілля розв'язана важлива науково-технічна проблема розвитку наукових основ управління процесами взаємодії полів напружено-деформованого стану масиву при формуванні підземних гірничих виробок, що дозволило обґрунтувати параметри та розробити технології відпрацювання рудних покладів, упровадження яких дозволяє отримати очікуваний економічний ефект у розмірі 1314,714 тис. грн, що є важливим для підвищення ефективності та безпеки підземного видобутку руд на глибинах до 2000 м, збереження непорушеної земної поверхні та дозволяє утилізувати відходи гірничого виробництва у виробленому просторі шахт.

2. Наукові положення дисертації мають наукову новизну, достатньо обґрунтовані і достовірні.

3. Результати досліджень автора використані у проектах на відпрацювання запасів залізрудної сировини на шахтах Криворізького залізрудного басейну; у технологіях формування шатрових стелин компенсаційних камер при видобутку залізних руд на глибоких горизонтах шахти «Родіна» ПАТ «Кривбасзалізрудком» та у технологіях формування склепистих стелин при видобутку залізних руд на значних глибинах на підставі методичних рекомендацій на шахтах ПрАТ «Євраз Суха Балка».

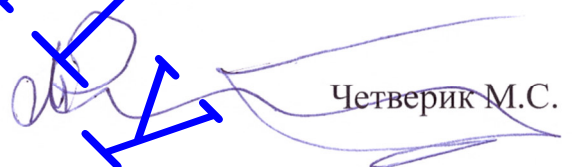
4. Опубліковані роботи і автореферат дисертації відображають основний зміст дисертаційної роботи.

5. Дисертація написана технічно грамотною мовою, її оформлення відповідає сучасним вимогам.

На підставі вище викладеного вважаю, що дисертаційна робота «Розвиток наукових основ управління напружено-деформованим станом масиву при формуванні підземних виробок» відповідає спеціальності 05.15.02 – «Підземна розробка родовищ корисних копалин», представляє закінчену

наукову роботу, відповідає існуючим «Вимогам до оформлення дисертацій» затверджених наказом №40 МОН України від 12.01.2017 щодо кваліфікаційних робіт, а її автор, **Калініченко Олена Всеволодівна**, за вирішення науково-технічної проблеми, яка стосується встановлення закономірностей деформацій денної поверхні залежно від глибини розробки, кута падіння покладу, фізико-механічних властивостей гірських порід і матеріалу закладки, форми стелини очисних камер та структури штучного цілика розв'язана важлива науково-технічна проблема розвитку наукових основ управління процесами взаємодії полів напружено-деформованого стану масиву при формуванні підземних гірничих виробок, що дозволило обґрунтувати параметри та розробити технології відпрацювання рудних покладів, упровадження яких дозволяє отримати очікуваний економічний ефект у розмірі 1314,714 тис. грн, що є важливим для підвищення ефективності та безпеки підземного видобутку руд на глибинах до 2000 м, збереження не порушеної земної поверхні та дозволяє утилізувати відходи гірничого виробництва у виробленому просторі шахт, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук.

Завідувач відділу геомеханічних
основ технологій відкритої розробки
родовищ ІГТМ ім. М.С. Полякова
НАН України, д.т.н., проф.


Четверик М.С.

