**АНОТАЦІЯ**

*Дубовик О.І.*Обґрунтування технології забезпечення стійкості конвеєрних виробок для повторного використання в умовах глибоких вугільних шахт. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за освітньою програмою 184 – «Гірництво». – Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, 2020.

*Мета роботи полягає у* обґрунтуванні параметрів кріплення і елементів охорони конвеєрних виробок, при яких стає можливим їх повторне використання.

*Об’єкт дослідження –* геомеханічні процеси, що розвиваються навколо конвеєрних виробок, які використовуються повторно.

*Предмет дослідження –* параметри комбінованого кріплення і охоронних конструкцій у конвеєрних виробках, що використовуються повторно.

*У першому розділі* виконано огляд інформаційних джерел щодо стану вугільної галузі у світі і Україні. Визначено актуальність досліджень, що виконуються у дисертації. Ситуація, що склалась у світі на цей час відносно видобутку і використання вугілля у якості палива для електростанцій носить узагальнюючу назву – «декарбонізація». Її мета – це тотальний перехід до 2050-го року на відновлювальні джерела енергії, що передбачає закриття вугільних шахт та переведення частини їх у іншу економічну площину. У цей період ефективний видобуток вугілля можливий тільки при умові зменшення собівартості, що тимчасово зробить його конкурентоспроможним. Один із шляхів зниження собівартості вугілля, що видобувається підземним способом, є повторне використання конвеєрних підготовчих виробок, які домінують у технологічній структурі шахти.

Повторне використання транспортних підготовчих виробок сприяє мінімізації експлуатаційних витрат на видобуток вугілля і, відповідно, зменшенню його виробничої собівартості. При цьому виникає у чистому вигляді оптимізаційна задача: зменшення витрат, пов’язаних за тим, що не треба споруджувати додаткову виробку, вимагає збільшення витрат на підтримку у експлуатаційному стані виробки, що використовується повторно. Необхідно найти таке інженерне рішення, при якому стійкість виробки, що використовується повторно, була б достатньою, а вартість заходів з її забезпечення - мінімальною.

Таким чином, обґрунтування можливості повторного використання конвеєрної виробки вугільних шахт є актуальною науково-технічною задачею, яка має значне народногосподарське значення.

*У другому розділі* наведено дані щодо гірничо-геологічних умов ВК «Шахта «Краснолиманська», яка вибрана у якості основного промислового об’єкта досліджень, і яка є однією з найбільш перспективних вугільних шахт, що перебуває у державній власності. Підвищення ефективності її роботи дасть можливість реального видобутку вугілля на рівні 2,5 млн. тон на рік.

Аналіз статей в структурі виробничої собівартості шахти показав, що її зростання в 2016-19 роках обумовлений зростанням амортизаційних відрахувань, розміру заробітної плати і матеріальних витрат, які виросли в зазначений період в основному за рахунок збільшення витрат на електроенергію. Одним з таких заходів щодо її зниження є повторне використання відкатних виробок. Це дозволяє на 10-15 % зменшити витрати на підготовку вугільних пластів до виїмки і прискорити процес видобутку вугілля. При цьому витрати на відновлення відкатних виробок не повинні перевищувати вартості спорудження нового штреку, проведеного, як правило, впрісечку до вже існуючого. Однією із задач, що при цьому вирішуються, є обґрунтування критерію доцільності повторного використання виробок.

Геологічною особливістю шахтного поля є наявність у покрівлі та підошві розроблюваних пластів шарів пісковика і вапняку змінної потужності, які визначають геотехнічну ситуацію в підготовчих виробках.

Дослідження щодо обґрунтування відповідного критерію виконувалися з 2012 по 2016 роки у десяти виробках, які були дійсні на той час**.** З метою визначення характеру експлуатації конвеєрних штреків були виконані відповідні натурні обстеження таких виробок.

Доведено, що відносна попікетна зміна обсягів ремонтних робіт по довжині виробки носить випадковий характер і може розглядатися як випадкова функція. Аналіз структури такої функції показав, що розподіл обсягів ремонтних робіт, як випадкових величин, достатньо близько підпорядковується нормальному закону, а сама функція є ергодичною. Це дозволяє віднести її до стаціонарних випадкових функцій.

Встановлені ймовірнісно-статистичної закономірності дозволяють розглядати геомеханічні процеси, що розвиваються навколо підготовчих виробок, як стохастичні, на основі чого може бути сформульована задача обґрунтування критерію доцільності їх повторного використання. У якості випадкової величини, що підлягала вивченню, було прийнято відношення експлуатація витрат до капітальних. Ця величина отримала назву коефіцієнт витратності. Вона є випадковою на кожному пікеті і не повинна перевищувати деякий певний економічно доцільний рівень.

Статистична обробка даних натурних вимірювань показника стійкості у виробках шахти показала, що закон його розподілу близький до нормального. У такому разі для оцінювання показника стійкості отримано формулу для прогнозування цієї величини в конкретних гірничо-геологічних умовах. Також отримано вираз для величини граничного значення коефіцієнту витратності. Аналізуючи його на мінімум функції, отримано значення, яке при заданих капітальних і експлуатаційних витратах є оптимальним. Воно дорівнює 0,5, тобто в гірничо-геологічних умовах шахти «Краснолиманська» конвеєрні виробки доцільно використовувати повторно, якщо при заданих параметрах кріплення і його початкової вартості сумарний обсяг ділянок, що підлягають ремонту, не перевищує половини загальної їх довжини.

Таким чином, доказано, що в процесі спорудження і експлуатації конвеєрні підготовчі виробки, що планується до повторного використання, послідовно проходять чотири стадії – початкову поза зоною впливу лави, у зоні впливу лави, у вікні лави і поза вікном лави, експлуатаційні витрати в межах яких залежить від капітальних витрат на кріплення на початковій стадії, яке повинно бути таким, що забезпечує виконання ремонтних робіт не більше, як на половині довжині виробки, що дозволяє мінімізувати загальні витрати на спорудження і подальшу експлуатацію транспортного штреку.

*У третьому розділі* наведено дані щодо натурних досліджень. Стан протяжних виробок залежить від величини переміщення їх контуру. З метою вивчення характеру деформацій породного масиву навколо виробок були виконані натурні дослідження. Вони полягали у візуальному попікетному їх обстеженні та облаштуванні вимірних станцій. У якості типової виробки був використаний 4-й північний конвеєрний штрек пласта .

Отримано графіки зміщень, які характеризують деформації виробки на ділянці, розташованої після конвеєрного ходка № 1.Їх розділено на дві частини. Перша частина відповідає 10-ти добам існування вимірного пункту. В цей час зростання переміщень пояснюється тим, що вибій виробки віддаляючись, поступово перестає впливати на напружено-деформований стан породного масиву навколо виробки, переміщення зростають від нуля до 0,22 м у покрівлі і до 0,3 м у підошві. Друга частина деформацій пов’язана з реологічними явищами, коли кінцеві переміщення у покрівлі зростають до 0,30 м, а у підошві до 0,43 м.

З них витікає, що втрата висоти до величини, приблизно до 1-1,2 метри, а перерізу до величини 4,5 м2 є нижче за нормативних значень (1,8 м та 6,5 м відповідно). Це не дозволяє використовувати виробку при наявному паспорту кріплення і системам охорони з боку лави.

Виходячи з аналізу стану тієї частини північного конвеєрного штреку, що розташована до перетинання виробкою ходка № 1, було рекомендовано виконати організаційні і технологічні заходи, які дозволять використовувати виробку повторно.

*У четвертому розділі* були використані раніше виконані дослідження для верифікації та калібрування геомеханічних моделей. У якості основного метода аналітичних досліджень був використаний метод скінченних елементів, реалізований у програмному продукті «Phase 2» канадської фірми Rockscience. У якості критерію руйнування прийнятий критерій Хоека-Брауна, який містить всі необхідні характеристики породного масиву: міцність, тріщинуватість, структурні особливості.

Аналіз виконаних розрахунків показав, що розбіжність отриманих результатів при вирішенні пружної та пружно-пластичної задач з використанням Програмного комплексу «Phase 2» порівняно з точними розрахунками (задача Ламе, задача Шашенка) не перевищує 3-4 відсотки, що є прийнятним при вирішенні задач такого рівня. Досліджувались задачі плоскої деформації для конкретних гірничо-геологічних умов.

Калібрування геомеханічних моделей було виконано на підставі тих результатів, що були отримані в результаті натурних досліджень у 4-му північному конвеєрному штреку пласта .

На підставі виконаних досліджень було доказано, що початкова стійкість конвеєрної виробки оцінюється величиною залишкового перерізу, який знаходяться у поліноміальній залежності від кількості і конструкції анкерів, розташованих в покрівлі і боках виробки, при яких забезпечується показник ремонтованості, що дорівнює 0,5, а за умови поетапної установки підсилюючих елементів з боку лави стає можливим повторне використання конвеєрних штреків**.**

*У п’ятому розділі* на основі виконаних досліджень видані рекомендації щодо конструкції кріплення і охоронних засобів, які забезпечують повторне використання конвеєрних виробок в умовах шахти «Краснолиманська».

Таким чином, дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій на основі вперше встановлених закономірностей деформування у часі складної геотехнічної системи «конвеєрна виробка – лава» вирішене актуально-науково-технічне завдання, яке полягало в обґрунтуванні для заданих гірничо-геологічних умов параметрів технології, що дозволяють використовувати повторно підготовчі виробки у глибоких вугільних шахтах.

*Основні наукові і практичні результати роботи.*

*Наукові положення, що виносяться на захист.*

1. В процесі спорудження і експлуатації конвеєрні підготовчі виробки, що планується до повторного використання, послідовно проходять чотири стадії – початкову поза зоною впливу лави, у зоні впливу лави, у вікні лави і поза вікном лави, експлуатаційні витрати в межах яких залежить від капітальних витрат на кріплення на початковій стадії, яке повинно бути таким, що забезпечує виконання ремонтних робіт не більше, як на половині довжині виробки, що дозволяє мінімізувати загальні витрати на спорудження і подальшу експлуатацію транспортного штреку.

2. Початкова стійкість конвеєрної виробки оцінюється величиною залишкового перерізу, який знаходяться у поліноміальній залежності від кількості і конструкції анкерів, розташованих в покрівлі і боках виробки, при яких забезпечується показник ремонтованості, що дорівнює 0,5, а за умови поетапної установки підсилюючих елементів з боку лави стає можливим повторне використання конвеєрних штреків.

*Наукова новизна отриманих результатів:*

* вперше для гірничо-геологічних умов ВК «Шахта «Краснолиманська» встановлено закономірності деформування у часі складноструктурного вуглепородного масиву навколо конвеєрних виробок поза зоною і в зоні впливу лави, що дозволило обґрунтувати параметри кріплення і охоронних конструкцій для повторного використання виробок такого призначення;
* запропоновано новий показник доцільності використання конвеєрних виробок, в основу якого покладені уявлення про стійкість виробки, як протяжного об’єкту з ймовірнісною структурою;
* розроблено, веріфіковано і досліджено геомеханічну модель геотехнічної системи «виробка-лава», що дозволило обґрунтувати параметри кріплення і порядок їх імплементації;
* доказано, що стійкість конвеєрних виробок в гірничо-геологічних умовах, що розглядаються, нелінійно залежать від кількості, конструкції і місць установки анкерів, що у сукупності з заходами по забезпеченню поперечного перерізу дозволяє використовувати виробки повторно.

*Практичне значення роботи полягає в:*

* обґрунтуванні таких параметрів кріплення, охоронних конструкцій і технологічних прийомів, при яких є доцільним їх повторне використання;
* складені методики чисельного моделювання стійкості виробок, що використовуються повторно в заданих гірничо-геологічних умовах;
* розробці рекомендацій з форми поперечного перерізу конвеєрних виробок та використання комбінованого рамно-анкерного кріплення;
* розробці рекомендацій щодо параметрів комбінованого кріплення та заходів підтримки конвеєрних виробок в гірничо-геологічних умовах шахти «Краснолиманська».

Розрахунковий економічний ефект від використання рекомендацій склав 3653 грн./м виробки у цінах 2019 року.

*Реалізація результатів роботи.* Розроблено «Рекомендації з вибору параметрів кріплення і виконання заходів з облаштування підсилення у конвеєрних виробках, що використовуються повторно (для гірничо-геологічних і гірничо-технічних умов ВК «Шахта Краснолиманська»), що впроваджено на шахті «Краснолиманська».

*Ключові слова:* конвеєрна виробка, комбіноване кріплення, здимання порід підошви, показник ремонтованості, анкерне кріплення, повторне використання виробок.