

ВПЛИВ ПІДРОБКИ ГІРСЬКОГО МАСИВУ НА СТАН ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Мета. Дослідження впливу зрушень гірських порід на стан гірничих виробок при їх підробці очисними вибоями.

Методика. Під час дослідження використовувався метод комп'ютерного моделювання. Моделювання проводилось шляхом імітації процесу зрушення гірських порід. Початкові координати точок гірського масиву перетворювались у вихідні. Це дозволило побудувати розрізи гірського масиву після підробки, що характеризували його деформований стан, а також графіки зрушень та деформацій у виробці.

Результати. Виконане моделювання показало, що при русі очисного вибою виробка (штрек), яка підроблюється, послідовно попадає в зону горизонтальних деформацій розтягання, стиску та повних зрушень. Після зупинки очисного вибою частина виробки біля границь області зрушень буде постійно перебувати в зонах розтягань і стисків.

Встановлено, що на відстані 40 м попереду очисного вибою, що рухається, виробка перебуває у найменш сприятливих умовах з максимальними вертикальними деформаціями стиску.

У заданих умовах штрек у більшій своїй частині після завершення очисних робіт знаходиться у зоні повних зрушень. Дана зона характеризується максимально можливим осіданням та відсутністю деформацій.

Виконані дослідження показали, що умови підробки південного польового відкотного штреку пласта I₇ виявилися достатньо сприятливими. Зрушення і деформації не спричинили значного погіршення стану виробки, крім збільшення нахилів на крайових ділянках мулди зрушення, що затрудняє проведення електровозної відкатки. З будь якою ініціюю метою після виконання незначних ремонтних робіт виробка може продовжувати експлуатуватись.

Наукова новизна. Дослідження процесу зрушення методом комп'ютерного моделювання дозволило встановити закономірності виникнення зрушень та деформацій при підробці штреку. Для умов українського Донбасу це зроблено вперше.

Практичне значення. Отримані результати можуть бути використані для прогнозування стану виробок, що підроблюються при веденні очисних робіт у подібних умовах.

Ключові слова: підробка виробок, зрушення, деформації, зона повних зрушень, мулда зрушення.

Вступ.

Одним із основних виробничих процесів, без якого неможлива робота шахт, є безремонтне підтримання підготовчих виробок. Це особливо складно в умовах розробки світ пластів, коли технологічно важко, а іноді взагалі неможливо уникнути шкідливого впливу на підготовчі виробки очисних робіт сусідніх пластів.

Процеси деформування, руйнування і зрушення товщі порід, що виникають в результаті очисної виїмки одного з пластів у світі, здійснюють суттєвий вплив на умови розробки іншого пласта і на підтримання підготовчих виробок, які розташовані вище пласта, що розробляється.

Підробку гірничих виробок часто розглядають як небажаний захід. На практиці для охорони виробок, що підроблюються, у нижніх пластах дуже часто залишають цілики. Це в окремих випадках призводить до невиправдано високих втрат вугілля в надрах. До того ж у деяких випадках цілики інтенсифікують прояви опорного тиску у виробках. Між іншим, з практики відомо, що стан

підроблених підготовчих виробок, а особливо проведених у підробленому масиві, у ряді випадків покращується у порівнянні з виробками, що проведені у незайманому масиві.

Таким чином, підробка поряд зі шкідливим впливом на виробки може надавати і позитивний ефект.

У даній статті розглядається вплив підробки на стан гірничої виробки при розташуванні її у зоні повних зрушень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Стан гірничих виробок в істотному ступені залежить від впливу на них очисних робіт при надробці або підробці.

Аналізуючи публікації, присвячені дослідженню впливу очисних робіт на стан гірничих виробок при їх підробці, необхідно відмітити їх відносно невелику кількість у порівнянні з публікаціями, де розглядаються зрушення та деформації земної поверхні. Це можна пояснити, у першу чергу, складністю проведення досліджень у підземних умовах.

Найбільш змістовною з питань підробки гірничих виробок є робота [1]. У ній приведено приклади повної підробки, коли виробки опускались на 6 – 8 м та використовувались у якості вентиляційних після проведення незначних ремонтних робіт. Розглянуто приклади успішної висхідної відробки пластів при відстані між пластами 12 – 18 м. Встановлено, що область впливу очисної виробки у підробленому масиві гірських порід має криволінійну форму. Дуже важливою у даній роботі є інформація про підробку виробок, в якій приведено результати натурних спостережень у традиційному вигляді, тобто показані графіки осідань, нахилів, горизонтальних деформацій вздовж виробки. Але, незважаючи на велику кількість фактичних даних, загальних висновків про динаміку протікання процесу зрушення при підробці виробок не зроблено.

Одним з питань при визначенні ступеню впливу зрушень та деформацій на виробку, що підроблюється є взаємодія конструктиву кріплення з вміщуючими породами. Згідно з діючими нормативними документами така взаємодія враховується введенням коефіцієнтів роботи споруд, які мають значення від 0,5 до 1,0. У роботі [2] описано результати спостережень за підробкою виробки в умовах Західного Донбасу. При порівнянні зміщень реперів, закладених у породи боків виробки зі значеннями зміщень реперів, розташованих на кріпленні, відмічена їх майже повна ідентичність. Також виконано порівняння значень зрушень та деформацій у виробці, що підроблялась з відповідними значеннями на земній поверхні. Побудовано графіки зрушень та деформацій у виробці, але робота має скоріше інформативний характер і не містить пропозицій щодо встановлення закономірностей виникнення та розвитку процесу зрушення при підробці виробок.

Залежно від розташування гірничої виробки відносно відпрацьованої частини пласту можуть проявлятися зрушення й деформації різної величини й характеру. У певних умовах деякі види зрушень і деформацій можуть бути відсутніми. У таких умовах знаходяться виробки в зоні повних зрушень.

Зона повних зрушень у прийнятій термінології й класифікації зон зрушень при підземній розробці знаходиться у

виробленій частині гірського масиву й розташовується безпосередньо над виробленим простором вище зони обвалення. До неї примикають зони вертикальних розтягів (горизонтальних стисків) і опорного тиску (вертикальних стисків або горизонтальних розтягів).

Для розміщення виробки у зоні повних зрушень необхідно знати її розташування та форму. Цьому питанню присвячені роботи [3-5].

У роботі [3] приведені результати моделювання процесу виникнення зони повних зрушень масиву гірських порід на моделях з еквівалентних матеріалів. В результаті експерименту встановлено, що поверхня зони повних зрушень має увігнуту форму, лінія перетину якої описується рівнянням параболи.

Характеру локалізації зони повних зрушень над розроблюваним вугільним пластом присвячена робота [4]. Показано, що висота цієї зони визначається мінімальним з двох лінійних розмірів виробленого простору пласта.

Дослідження характеру розвитку зони повних зрушень при посуванні очисного вибою виконано у роботі [5]. Визначені умови виникнення зони повних зрушень у масиві гірських порід та їх зв'язок з параметрами розвитку очисних робіт та мульди на земній поверхні.

Необхідно зазначити, що єдиної думки щодо форми зони повних зрушень немає. Деякі дослідники вважають її увігнутою, інші – опуклою. У діючих нормативних документах межами зони повних зрушень слугують прямі лінії проведені від границь виробленого простору під кутами повних зрушень.

Роботи [6-8] присвячені теоретичним дослідженням процесу зрушення методом математичного моделювання з використанням так званої функції впливу. Моделювання дозволило встановити закономірності виникнення мульди зрушення на земній поверхні та на різних горизонтах у підробленому масиві гірських порід та побудувати відповідні розрізи. Також розглянуті закономірності виникнення та розташування зон деформацій при підробці пластів.

Виконаний аналіз показує, що досвід ведення гірничих робіт [1, 2], експерименти на моделях з еквівалентних матеріалів [3],

теоретичні дослідження [4, 5], математичне моделювання [6-8] дозволяють встановити загальні закономірності виникнення зрушень та деформацій у підробленому масиві гірських порід, визначити форму зони повних зрушень та її розташування у виробленому просторі.

Питання просторового розміщення зон деформацій розтягів та стисків, в які потрапляє виробка, що підроблюється, визначення величин зрушень та деформацій, які вона зазнає, досліджені не повністю.

Більшість дослідників сходяться на думці, що найбільш прийнятним є розташування нової виробки у зоні повних зрушень, яка виникла після закінчення відробки лави. Але при веденні гірничих робіт іноді важко уникнути підробки існуючих виробок. Тому питання впливу підробки на стан гірничих виробок є достатньо актуальним.

Мета досліджень.

При веденні очисних робіт з метою більш повної виймки запасів вугілля може виникнути необхідність у підробці підготовчих виробок.

У цьому випадку необхідно знати, як підробка виробки вплине на її стан та можливість нормальної експлуатації.

Передбачити наслідки підробки можливо, виконавши попередній розрахунок зрушень та деформацій гірських порід. Але існуючі методи дозволяють оцінити зрушення та деформації тільки земної поверхні.

Тому метою досліджень є встановлення ступеню впливу процесу підробки на стан гірничих виробок теоретичним шляхом із застосуванням математичного моделювання.

Методи дослідження.

Для дослідження використано метод прогнозування зрушень гірських порід і земної поверхні при підземній розробці вугільних родовищ, описаний у роботі [9].

При складанні математичної моделі масив гірських порід приймається у вигляді дискретного шаруватого середовища блокової структури.

Пласт, що відробляється, розбивається на елементарні ділянки, що генерують виникнення зон впливу (зон зрушення гірських порід). Точка (частинка)

переміщується під впливом однієї, або декількох зон зрушення. В результаті моделювання отримують просторові координати точок після зрушення, що дає можливість побудувати вектори зрушення, а також визначити величини зрушень і деформацій у будь якому напрямку (рис. 1).

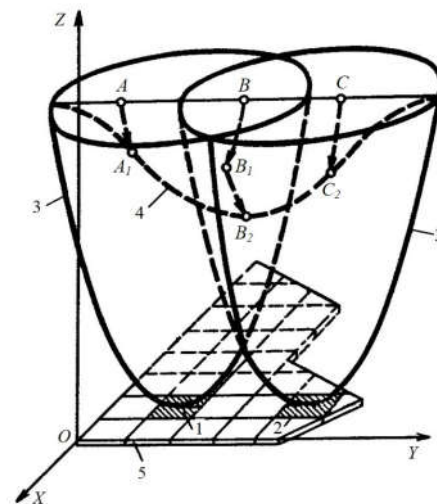


Рис. 1. Схема переміщення точок при зрушенні гірських порід внаслідок виймки вугільного пласта: 1, 2 – вилучені елементи вугільного пласта; 3 – межа зони впливу вилученого елемента; 4 – мульда зрушення; 5 – вугільний пласт; A, B, C – вихідне положення точок; A₁, B₁, B₂, C₂ – положення точок після переміщення.

Траєкторія переміщення точки у площині вертикального перерізу, що проходить через вісь зони впливу описується рівнянням

$$z^2 = \frac{xz_0^2}{x_0}, \quad (1)$$

де x_0, z_0 – початкові координати точки.

При моделюванні враховуються:

- гірничотехнічні параметри (розміри лави за простяганням та падінням, напрямок посування очисного вибою);

- гірничо-геологічні фактори (потужність, кут падіння, глибина залягання пласта, відстань до виробки, що підробляється);

- геометричні параметри (початкове положення точок у просторі, розміри елементарної ділянки пласта, яка викликає зрушення порід).

Виклад основного матеріалу.

Для встановлення ступеня впливу підробки на стан гірничих виробок виконане комп'ютерне моделювання процесу зрушення гірських порід при підробці південного польового відкотного штреку пласту l_7 ш. "Капітальна" ДП "Мирноградвугілля".

Зазначена виробка пройдена у підосві пласту l_7 по сланцю піщаному й пісковнику. Виробка була проведена в 70-х роках минулого сторіччя. До початку підробки в 2002 році виробка знаходилась у гарному стані й служила для відкатки вантажів, з'єднуючи блоки №2 і №3 (рис. 2).

Виробка знаходилась на відстані близько 100 м вище пласту l_3 , що її підробляв. Кут падіння пласту 10° , виймальна потужність 1,9 м. Вплинути на виробку мали можливість три лави: 2-а, 3-я й 4-а лави південного похилу пласту l_3 .

При виконанні комп'ютерного моделювання встановлено, що область зрушення від впливу 2-ї південної лави не захоплює виробку. Вплив підробки від 4-ї південної лави виявився досить незначним – осідання склали 15 – 20 мм. Тому було проведено дослідження процесу підробки південного польового відкотного штреку пласту l_7 3-ю лавою південного похилу пласту l_3 .

У даному виїмковому полі була застосована стовпова система розробки. Підготовка довгих стовпів здійснювалась за простяганням пласта шляхом проведення виїмкових штреків вприсічку до виробленого простору. Довжина очисного вибою 300 м, довжина виїмкового стовпа 900 м, застосований виїмковий комплекс ЗМКД90, місячне посування очисного вибою 50-80 м. Підробка виробки здійснювалась в 2002 – 2003 роках.

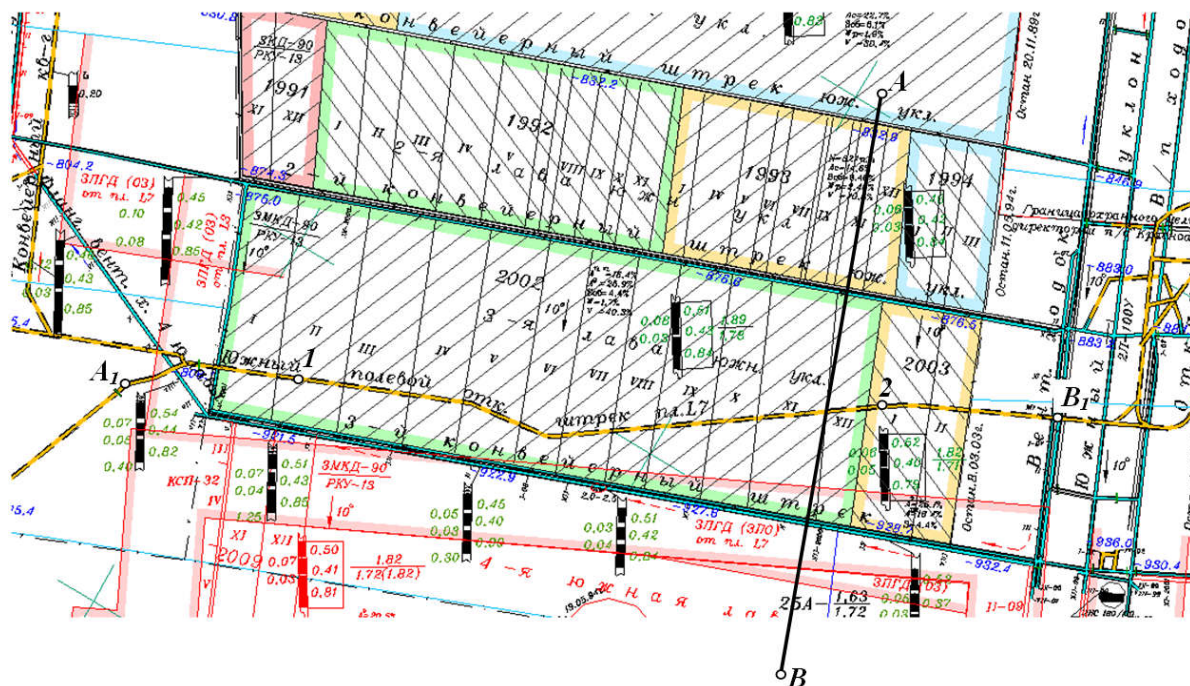


Рис. 2. Виколювання із плану гірничих виробок по пласту l_3

Моделювання проводилось у площині вертикальних перерізів, позначених на рисунку 2 літерами А – В (переріз навхрест простягання) та А₁ – В₁ (переріз за простяганням). На перерізах та графіках прийняті наступні позначення осей: Н – глибина від поверхні землі, м (для зменшення висоти перерізів відлік починається зі значення 450 м); L –

горизонтальні відстані, м (точка зі значенням 0 відповідає верхній границі лави на розрізах навхрест простягання та початку відробки лави на розрізах за простяганням); η – осідання, мм; ξ – горизонтальні зрушення, мм; ε – деформації розтягу та стиску.

Результати моделювання показали, що на відстані 40 м попереду очисного

вибою (рис. 3, 4) масив порід знаходиться у найменш сприятливих умовах – посередині зони вертикальних стисків.

Ця зона постійно виникає і

переміщується синхронно з посуванням очисного вибою, негативно впливаючи на стан штреку.

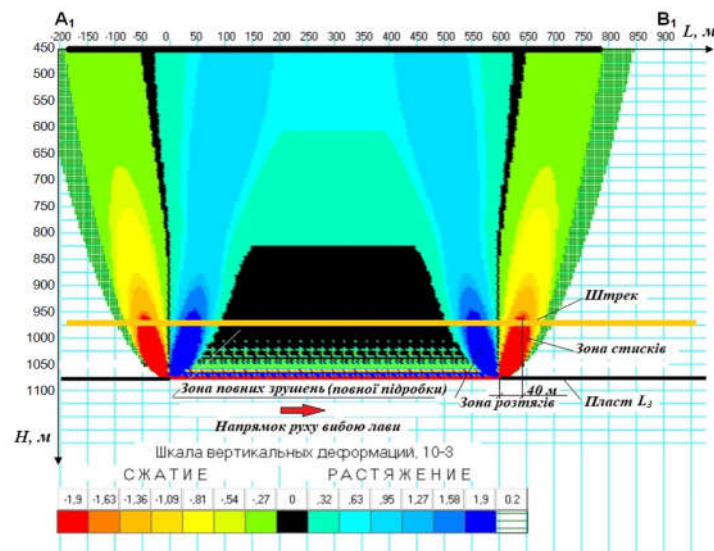


Рис. 3. Вертикальні деформації в перерізі за простяганням пласта.

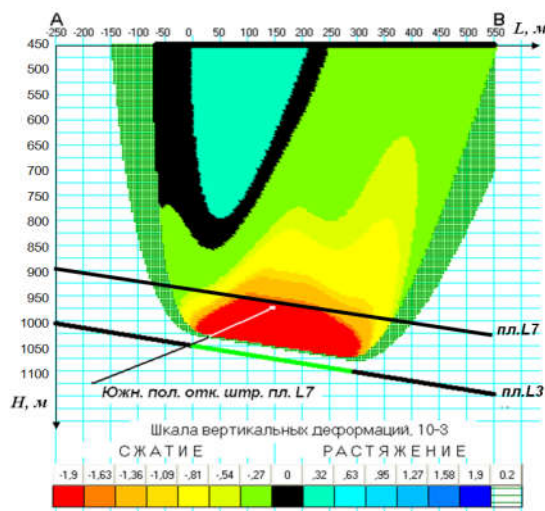


Рис. 4. Вертикальні деформації в перерізі навхрест простягання, розташованому на відстані 40 м попереду від вибою, що рухається.

При русі очисного вибою виробка спочатку попадає в зони деформацій розтягів і стисків, а потім у зону повних зрушень. Після зупинки очисного вибою частини виробки біля границь області зрушень будуть постійно перебувати в зонах розтягів і стисків.

На рисунках 5 – 10 показані зрушення й деформації по профільних лініях (перерізах) навхрест простягання пласту після завершення процесу зрушення.

Розвиток осідань у породній товщі

(рис. 5) показує, що штрек перебуває в центрі зони з максимальними осіданнями, що відповідає зоні повних зрушень.

Розвиток вертикальних деформацій стиснення-розтягання породної товщі над відпрацьованим пластом l_3 (рис. 6) свідчить, що південний польовий відкотний штрек пласту l_7 знаходиться в зоні, де відсутні вертикальні деформації, тобто у зоні повних зрушень. Дана зона за повстанням й падінням обмежена параболічними поверхнями областей зрушення, утворених біля верхньої й нижньої границь лави.

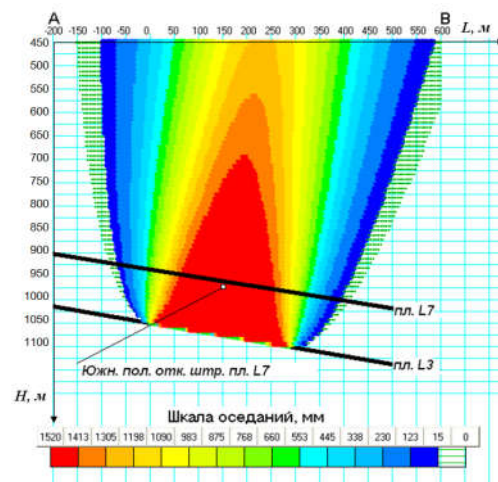


Рис. 5. Розвиток осідань в області зрушень при відробці 3-ї лави південного похилу пласту l_3 (переріз навхрест простягання).

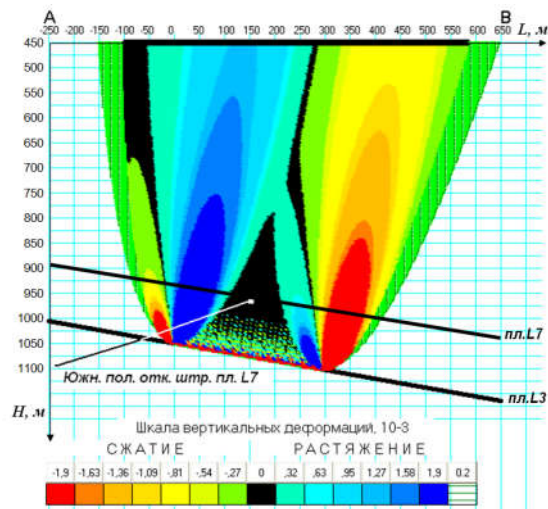


Рис. 6. Розвиток вертикальних деформацій в області зрушень при відробці 3-ї лави південного похилу пласту L_7 (переріз навхрест простягання).

Графік осідань (рис. 7) показує, що навхрест простягання пласта в результаті зрушення гірських порід утворилася мульда зрушення із плоским дном. Розмір мульди становить приблизно 450 м. Розмір плоского дна мульди, у центрі якого перебуває штрек, дорівнює близько 140 м. Максимальне осідання штреку в зоні повних зрушень становить 1,506 м.

У напрямку навхрест простягання пласта (рис. 9) горизонтальні деформації розтягання-стиску в місці розташування штреку відсутні. Ширина даної зони становить 120 - 140 м.

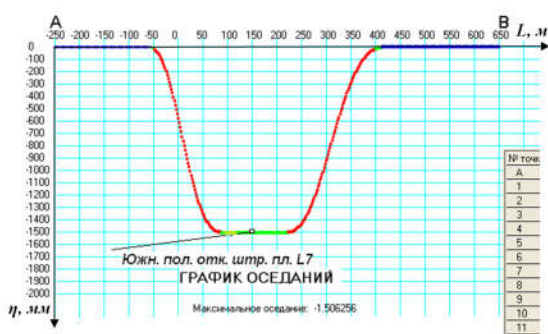


Рис. 7. Графік осідань південного польового відкотного штреку пласту L_7 на перерізі навхрест простягання.

Графік горизонтальних зрушень (рис. 8) показує, що штрек у зоні повних зрушень був зрушений у напрямку повстання пласту на 228 мм. У даній зоні це значення залишається постійним.

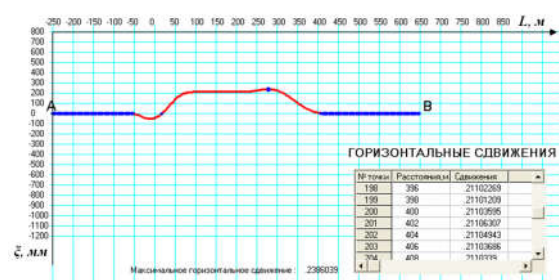


Рис. 8. Графік горизонтальних зрушень південного польового відкотного штреку пласту L_7 на перерізі навхрест простягання.

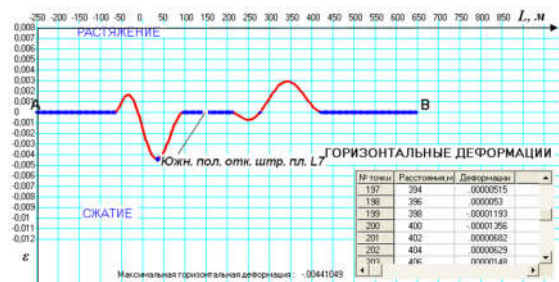


Рис. 9. Графік горизонтальних деформацій південного польового відкотного штреку пласту L_7 на перерізі навхрест простягання.

Враховуючи, що у місці розташування штреку на розрізі навхрест простягання пласта утворюється плоске дно мульди (рис. 7), деформації кривизни й нахилів будуть відсутні.

Дослідження характеру зрушень та деформацій південного польового відкотного штреку пласту L_7 під впливом очисних робіт 3-ї лави південного похилу пласту L_3 проводилось і в напрямку простягання пласта (рис. 10 – 12). Графік осідань, представлений на рис. 10, показує, що більша частина штреку в результаті зрушення гірських порід потрапила в зону повних зрушень. Величина опускання виробки складала 1,506 м. Довжина даної зони становить 730 м (ділянка між точками 1 і 2 на рис. 2). Зони вигину з південної й північної сторін мульди зрушення становлять по 200 м (ділянки між точками A_1 , 1 та B_1 , 2 на рис. 2).



Рис. 10. Графік осідань південного польового відкотного штреку пл. l_7 на перерізі за простяганням

Графіки горизонтальних зрушень і горизонтальних деформацій (рис. 11 й 12) показують відсутність зрушень і деформацій на ділянці зони повних зрушень.

У зонах вигинів відзначаються горизонтальні зрушення з максимальним значенням 110 мм і горизонтальні деформації розтягання-стиску з максимумом $2 \cdot 10^{-3}$. Дана величина деформацій є безпечною для конструктиву кріплення штреку.

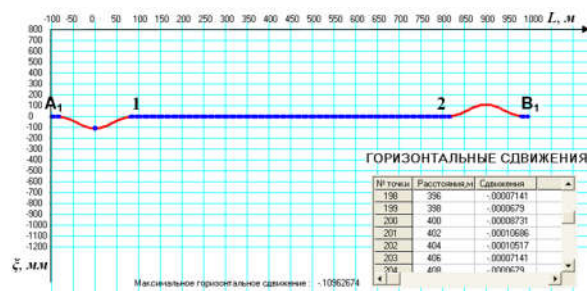


Рис. 11. Графік горизонтальних зрушень південного польового відкотного штреку пл. l_7 на перерізі за простяганням.

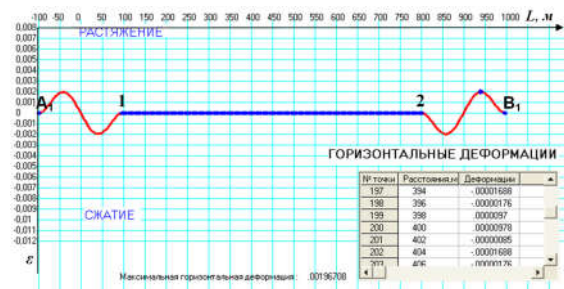


Рис. 12. Графік горизонтальних деформацій південного польового відкотного штреку пл. l_7 на перерізі за простяганням.

Також встановлено, що максимальний нахил на крайових ділянках мульди (ділянки між точками A_1 , 1 та B_1 , 2) складає 0,014.

Обговорення результатів.

Отримані результати досліджень підтвердили характерні риси зони повних зрушень, тобто паралельне переміщення шарів гірських порід на величину повного осідання та відсутність у ній горизонтальних й вертикальних деформацій порід.

Також підтверджені основні закономірності розвитку зрушень і деформацій у мульді зрушення при посуванні очисного вибою, отримані за результатами натурних спостережень підробки земної поверхні.

Для умов підробки гірського масиву та гірничої виробки такі дослідження не проводились. У даній роботі це зроблено вперше із застосуванням методу математичного моделювання, за допомогою якого отримано розрізи гірського масиву, де показано просторове розташування зон осідань, стисків, розтягів та повних зрушень. Також можна визначити кількісне значення зрушень і деформацій за допомогою відповідних шкал. Це дає можливість оцінити ступінь впливу зрушень і деформацій на виробку в залежності від її розташування у масиві гірських порід.

Перед потраплянням в зону повних зрушень до закінчення очисних робіт виробка проходить на протязі всієї частини, що підробляється, кілька етапів розвитку процесу зрушення, пов'язаних з рухом очисного вибою.

Одночасно з рухом лави рухається й область зрушення гірського масиву та відповідні зони деформацій. У кожній своїй частині виробка спочатку потрапляє в зону вигину, де перетерплює максимальні деформації розтягів та стисків, а потім, за певних умов, – в зону повних зрушень.

З досвіду ведення гірничих робіт відомо, що вугільні пласти й, як правило, породи, що їх вміщують, при впливі на них процесу зрушення після попадання в зону повних зрушень практично повністю відновлюють свою первісну структуру й вигляд. Що стосується гірничих виробок, природне відновлення їхнього кріплення залежить від величини його деформації, що не повинна перевищувати граничних значень.

Висновок.

Виконане комп'ютерне моделювання для встановлення ступеню впливу підробки

на стан штреку свідчить про те, що умови підробки південного польового відкотного штреку пл. l_7 виявилися достатньо сприятливими. Зрушення і деформації не спричинили значного погіршення його стану, крім збільшення нахилів на ділянках A_1-1 та B_1-2 (рис. 1), що затрудняє проведення електровозної відкатки. З будь якою іншою метою після виконання незначних ремонтних робіт виробка може продовжувати експлуатуватись. Проведене після підробки обстеження показало, що штрек знаходиться у задовільному стані.

Список літератури

1. Бажин Н.П., Мельников О.И., Пиховкин В.С., Райский В.В. Охрана подрабатываемых подготовительных выработок. М.: Недра, 1978, 253 с.
2. Kuchin, O. S., Chemakina, M. V., Balafin, I. E. Displacement of undermining rock mass above the moving longwall. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2017. №1, pp. 55-60.
3. Мамонтов А.Я., Ведяшкин А.С., Мамонтов Я.Я. Расчет рационального места заложения подготовительных выработок в пластах при малой кратности их подработки. *Уголь*. 1991. №6, С. 58-59.
4. Кулибаба С.Б., Рожко М.Д. Особенности оседания горного массива над выработанным пространством угольного пласта. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2015. № 15. С. 39-44.
5. Филатьев М. В., Антощенко Н. И., Пыжов С.В. Формирование зон сдвижений подработанных пород и земной поверхности. *Уголь Украины*. 2014. № 6. С. 5-7.
6. Luo Y., Peng S., and Zhu Z., (2008). Upgraded Comprehensive and Integrated Subsidence Prediction Model CISP - W, Proc. 27th Int'l Conference on Ground Control in Mining, Ed. S.S. Peng et al., West Virginia University, Morgantown, WV, pp. 123-130.
7. Qiu, Biao, "Applications of Surface and Subsurface Subsidence Theories to Solve Ground Control Problems" (2013). Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports. 178. <https://researchrepository.wvu.edu/etd/178>
8. Luo Yi, Zhang Y.Q., Han J.S. and Peng S.S. (2006). Impact of lower seam caving on upper seam mining — a case study. *SME Transactions*. Vol. 320. 58-63. <https://www.researchgate.net/publication/286232140>
9. Kodunov B.A. (1991). Metod prohozhyrovaniya sdvzheniy hornykh porod y zemnoi poverkhnosti pry podzemnoi razrabotke uholnykh mestorozhdeniy. *Uhol*, 2, 54-56. (in Russian).
9. Кодунов Б.А. Метод прогнозирования сдвижений горных пород и земной поверхности при подземной разработке угольных месторождений. *Уголь*. 1991. № 2, С. 54-56

References

1. Bazhin N.P., Mel'nikov O.I., Pikhovkin V.S., Rayskiy V.V. (1978) Okhrana podrabatyvayemykh podgotovitel'nykh vyrabotok. M.: Nedra, 253 s. (in Russian).
2. Kuchin O. S., Chemakina M. V., Balafin I. E. (2017). Displacement of undermining rock mass above the moving longwall. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 1, 55-60.
3. Mamontov A.YA., Vedyashkin A.S., Mamontov YA.YA. (1991) Raschet ratsionalnogo mesta zalozheniya podgotovitel'nykh vyrabotok v plastakh pri maloy kratnosti ikh podrabotki. *Ugol*, 6, S. 58-59. (in Russian).
4. Kulybaba S.B., Rozhko M.D. (2015) Osobennosti osedaniya hornoho massyva nad vyrabotannym prostranstvom uhol'noho plasta. *Naukovi pratsi UkrNDMI NAN Ukrainy*, 15, 39-44. (in Russian).
5. Filatyev M. V., Antoshchenko N. I., Pyzhov S.V. (2014) Formirovaniye zon sdvzheniy podrabotannykh porod i zemnoy poverkhnosti. *Ugol Ukrain*, 6, 5-7. (in Russian).
6. Luo Y., Peng S., and Zhu Z. (2008). Upgraded Comprehensive and Integrated Subsidence Prediction Model CISP - W, Proc. 27th Int'l Conference on Ground Control in Mining, Ed. S.S. Peng et al., West Virginia University, Morgantown, WV, pp. 123-130.
7. Qiu, Biao, (2013). "Applications of Surface and Subsurface Subsidence Theories to Solve Ground Control Problems" (2013). Graduate Theses, Dissertations, and Problem Reports. 178. <https://researchrepository.wvu.edu/etd/178>
8. Luo Yi, Zhang Y.Q., Han J.S. and Peng S.S. (2006). Impact of lower seam caving on upper seam mining — a case study. *SME Transactions*. Vol. 320. 58-63. <https://www.researchgate.net/publication/286232140>
9. Kodunov B.A. (1991). Metod prohozhyrovaniya sdvzheniy hornykh porod y zemnoi poverkhnosti pry podzemnoi razrabotke uholnykh mestorozhdeniy. *Uhol*, 2, 54-56. (in Russian).

Надійшла до редакції 24.11.2021

Кодунов Борис Олексійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геотехнічної інженерії Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», (м. Покровськ, Україна).

E-mail: borys.kodunov@donntu.edu.ua.

Носач Олександр Костянтинівич – доцент, кандидат технічних наук, професор кафедри розробки родовищ корисних копалин Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», (м. Покровськ, Україна).

E-mail: oleksandr.nosach@ii.donntu.edu.ua.

INFLUENCE OF UNDERMINING ROCK MASS ON THE STATE OF MINE WORKINGS

Purpose. Research of influence of shifts of rocks on a condition of mine workings at their undermining by longwalls.

Methods. The study used a computer simulation method. The simulation was performed by simulating the process of rock shift. The initial coordinates of the points of the rock mass turned into the final ones. This allowed to build sections of the rock mass after undermining, which characterized its deformed state, as well as graphs of displacements and deformations in the mine workings.

Results. The performed simulation showed that during the movement of the longwall, the mine working (drift), which is undermined, consistently falls into the zone of horizontal deformations of tension, compression and complete

displacements. After stopping the longwall, part of the mine working near the boundaries of the displacement area will be constantly in the zones of stretching and compression. It is established that at a distance of 40 m in front of the moving face, the mine working is in the least favorable conditions with maximum vertical compression deformations. Under the given conditions the drift for the most part after completion of clearing works is in a zone of full subsidence. This zone is characterized by the maximum possible subsidence and the absence of deformations. The performed researchers showed that the conditions of undermining of the southern field haulage drift of seam l_7 proved to be quite favorable. Shifts and deformations did not cause a significant deterioration in the state of mine working, except for the increase of slopes on the edge sections of the subsidence trough, which makes it difficult to carry out electric locomotive rolling. For any other purpose, after minor repairs, the mine working may continue to operate.

Scientific novelty. The study of the process of shear by computer simulation allowed to establish the patterns of shear and deformation during undermining of the mine working. This is the first time for the conditions of the Ukrainian Donbass.

Practical significance. The obtained results can be used to predict the condition of mine workings that are undermined during the cleaning works in similar conditions.

Key words: undermining overlying mine workings, shifts, deformations, zone of full subsidence, subsidence trough.

Kodunov Boris – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Associate Professor of the Department of Geotechnical Engineering State Higher Educational Institution «Donetsk National Technical University» (Pokrovsk, Ukraine).

E-mail: borys.kodunov@donntu.edu.ua

Nosach Alexander – Associate Professor, Ph.D., Professor of the Department Mining Management State Higher Educational Institution «Donetsk National Technical University» (Pokrovsk, Ukraine).

E-mail: oleksandr.nosach@ii.donntu.edu.ua.