

УДК 622.831

О.О. ІСАЄНКОВ (ст. викладач)

Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, м. Покровськ, Україна

І.Г. САХНО (д-р техн. наук, проф.),

Донецький національний технічний університет, м. Покровськ, Україна

ДЕФОРМУВАННЯ І СТАН ПОРІД ПІДОШВИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК

В статті визначено актуальність проблеми забезпечення експлуатаційного стану гірничих виробок вугільних шахт. Вказано, що однією з основних проблем стійкості є підняття підоскви. Наведені результати шахтних натурних спостережень за зрушеннями приконтурних порід навколо конвеєрного штреку. Аналіз результатів спостережень і літературних джерел дозволив зробити висновок, що породи підоскви виробки, розташовані безпосередньо біля контуру уявляють собою блочно-дискретне середовище.

Ключевые слова: гірнича виробка, штрек, здимання підоскви, зрушення, зона непружних деформацій, зона руйнування, деформація.

Єдиним енергоресурсом який є в Україні в достатньому для внутрішніх енергетичних потреб обсязі є кам'яне вугілля. Цим зумовлене його стратегічне значення в забезпеченні енергетичної незалежності. Наша країна має розвинуту вугільну інфраструктуру, значні розвідані і готові до видобутку запаси, сучасне вугільне машинобудування, що засвідчує перспективність розвитку напрямку. Аналіз динаміки світового рівня видобутку вугілля свідчить, що не зважаючи на зміну світових пріоритетів генерації енергії в бік відновлювальних джерел, істотного спаду виробництва не спостерігається. Прогнози на найближчі десятиріччя стверджують, що вугілля як енергоресурс буде залишатися в тренді при будь-якому сценарії розвитку світової економіки. Враховуючи світові тенденції виробництва і споживання вугілля можна зробити висновок, що цей сектор є прибутковим, ефективним і доволі сучасним. Тому пріоритетним для України, яка володіє значними запасами кам'яного вугілля готовими до видобутку, є розвиток прогресивних енергоефективних технологій виймання корисної копалини і підтримання гірничих виробок. Проте стан більшості вугільних шахт не задовольняє світовому рівню, потребує реконструкцій і впровадження сучасних технологічних і технічних рішень.

Однією з найважливіших проблем вітчизняних шахт є незадовільний стан гірничих виробок, особливо підготовчих. Наслідками якого є обвалення покрівлі, деформування і руйнування кріплення, порушення вимог вентиляції і нормативних актів з охорони праці, результатом чого є виникнення аварійних ситуацій і травмування гірників. Окрім того порушується ритмічність роботи підприємства, виникають додаткові обсяги робіт не пов'язані з основною метою виробництва – видобутком вугілля.

Найбільш поширеним видом деформацій контуру виробки є підняття підоскви. За різними оцінками близько 70-75% підготовчих виробок України не залежно від системи розробки і темпів посування лав потерпають від цього явища. Підrivка порід підоскви і перекріплення виробок це постійна стаття витрат вугільних шахт. Нажаль стан механізації ремонтних робіт в Україні занадто низький, породопідrivні машини і комбайни використовуються менше ніж в 10% виробок. Тому вартість робіт з підrivки занадто висока, а темпи менші ніж необхідні для нівелювання швидкості деформацій підоскви. Цим зумовлена проблема дослідження цієї статті.

Підготовчі виробки потрапляють під вплив опорного тиску. Саме в цей період деформування порід максимальні. Тому не рідкістю є випадки багаторазового ремонту однієї і тієї самої ділянки виробок. При проектній висоті виробок 3,7-4,5 м не в зоні впливу очисних робіт сумарна конвергенція становить 1,0-1,8 м. В таких умовах деформування приконтурних порід відбувається за межами пружності. Навколо виробок формується зона не пружних деформацій, зростання якої призводить до інтенсифікації деформацій контуру виробки. Згідно з дослідженнями проф. Черняка [1] утворення зон не пружних деформацій і зон руйнування радіусом 5-6 м і коефіцієнта розпушення порід 1,06-1,1 призводять до деформування контуру виробки більш ніж 500 мм.

Натурні спостереження, проведені на шахтах Донбасу свідчать про те, що породи приконтурної зони під час підризки знаходяться в дискретному стані. Спостереження за динамікою зрушень порід були проведені авторами в умовах конвеєрного штреку 5 західної лави пл. т₃ ш. Щегловська – Глибока у 2011 році. Лава відпрацьовувалась за суцільною системою розробки (рис. 1). Штреки проводились за лавою.

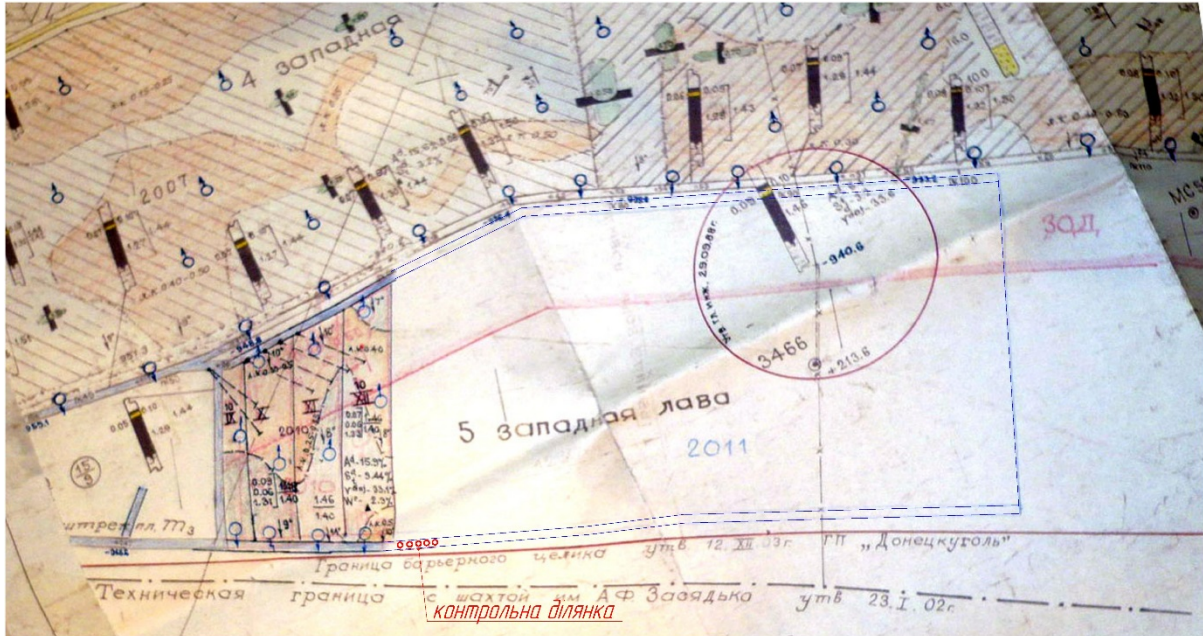


Рис.1. Викопіювання з плану гірничих виробок пласта т₃ шахти «Щегловська–Глибока»

Виробку було закріплено металевим арковим кріпленням АП–5/18,3 з СВП–33 з підставками 1,4 м. Перетин кріплення у світлі 20,9 м² крок встановлення кріплення 4×0,5м +1×0,8 м. Конвеєрна і вентиляційна виробки охоронялись смугою з породних блоків.

Потужність пласта 1,37-1,52 м, кут залягання 7-12 градусів. Безпосередня покрівля пласта складалась з глинистого сланцю 3,5-4,0м, категорія порід Б3-Б2. Основна покрівля – верхній шар глинистого сланцю, піщаний сланець і пісковик потужністю 28,0-42,0 м. Міцність глинистого сланцю на одноосьовий стиск 40 МПа, піщаного сланцю і піщаника 75-95 МПа. В підшві пласта залягав піщаний сланець потужністю 0,8 м, з міцністю на одноосьовий стиск 20-30 МПа. Нижче якого був розташований піщаний сланець міцністю 60-75 МПа.

Для проведення досліджень було виділено контрольну ділянку довжиною 50 м (42 ПК+5м – 47ПК +5м), на якій з шагом 10 м було встановлено 5 замірних станцій. Кожна станція складалась з 4 реперів, встановлених в покрівлю, підшву і боки штреку. Три репери уявляли собою відрізок металевого прута з арматурної сталі діаметром 0,032 м і довжиною 0,5 м. Кріплення репера відбувалось шляхом його розклинювання в шпурі за допомогою дерев'яної вставки. Один репер, встановлений з боку охоронної смуги, уявляв собою відмітку на рамі кріплення. Спостереження на станціях проводились на протязі трьох місяців. За цей період лава відійшла від першої замірної станції на відстань 172 м.

Дослідження дозволили зробити висновок, що процес зрушень характеризується двома періодами – інтенсивним і стабільним. Перший триває понад 50-60 діб і характеризується значними проявами гірського тиску. Вертикальні деформації підшви виробки по першим трьом замірним станціям наведено на рис. 2.

Середнє значення підняття підшви складає 700 мм, з них в перші два місяці було реалізовано 72%. Такі деформації не можуть мати місце при пружному або пластичному характері деформування, її реалізація можлива лише при руйнуванні порід в підшві. При коефіцієнті розпушення порід при руйнуванні 1,1 зона руйнування в підшві має розміри понад 7 м. Звісно, що розмір породних блоків в цій зоні збільшується від контуру виробки вглиб масиву і тому

вся зона не є дискретним середовищем. При цьому приконтурна частина підшови має максимальну ступінь руйнування і породи в цій області деформуються за механізмом наближеним до сипучих середовищ або пластичної течії, в залежності від наявності вологи (рис. 3). Глибину цієї приконтурної частини зони руйнування можна визначити за величиною вдавнення ніжок кріплення в підшову. Відокремити долю вдавнення ніжок від загальних деформацій підшови можна відстеживши опускання рами відносно нейтральної осі по бічних реперах (рис. 4).

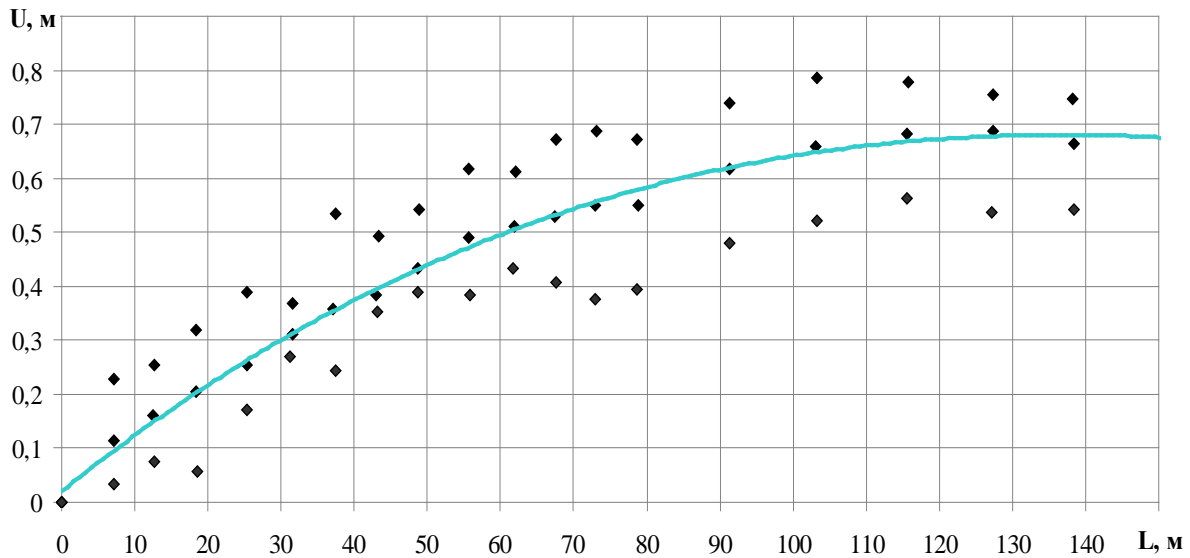


Рис.2. Вертикальні зрушення підшови конвеєрного штреку 5 західної лави пл. т₃ ш. Щегловська – Глибока (2011 р.)



Рис.3. Загальний вигляд порід підшови після підривки і перемонтажу рейкового шляху

Аналізуючи графіки, наведені на рисунку 4, можна прийти до висновку, що вдавнення ніжок кріплення в середньому становлять 100-120 мм, що видно по негативним значенням деформацій. Наступні позитивні деформації, на наш погляд, пов'язані з переміщенням ніжок кріплення у вузлах піддатливості. Проте співвідносячи результати з динамікою загального підняття підшови (рис. 2) бачимо, що на ділянці 20-30 м вдавлювання становить близько 30%. Фото, наведені на рис. 3 свідчать, що в цій зоні породи дрібнофракційні.

Таким чином, очевидно, що породи підосви в межах зони непружних деформацій мають різнофракційну неоднорідну структуру з розміром породних блоків від декількох сантиметрів до метра [2].

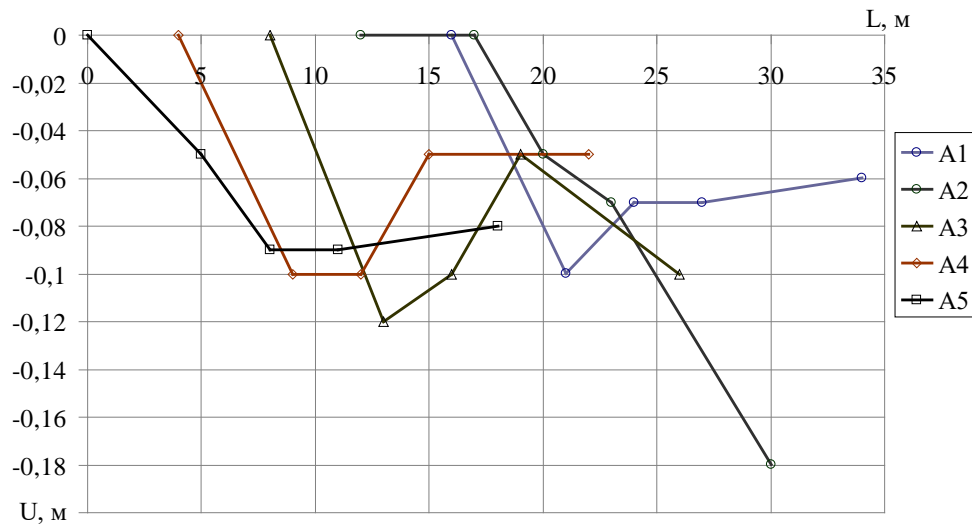


Рис. 4. Графіки зміни відстані між нейтральною віссю і ніжкою кріплення по замірним станціям A1-A5

Основні засоби боротьби з підняттям підосви штреків реалізуються в приконтурній зоні. Тому для їх ефективного впровадження необхідно мати інформацію про фізичний стан порід на цій ділянці, що може бути характеризований коефіцієнтом розпушення, або тріщинуватістю. Однозначно, ці кількісні показники можливо отримати лише по результатам переміщення глибинних реперів встановлених в межах зони непружних деформацій. Але такі роботи в підосві виробок вкрай трудомісткі, стан станцій порушується веденням допоміжних робіт і процесів доставки. Але висновки про ступінь порушеності масиву можна зробити на основі аналізу вибоїв підривки.

Відповідні фото перерізів підосви при веденні ремонтних робіт з присічкою на різну потужність, що проводились на шахтах Міністерства енергетики і вугільної промисловості України, наведені на рис. 5.



Рис.5. Перерізи порід підосви при веденні підривок
 а) конвеєрний штрек 5 західної лави пл. м₃ ш. Щегловська – Глибока (2011 р);
 б) конвеєрний штрек 7 південної лави пл. м₅^{1в} ш. «Добропільська» (2010 р);



Рис.6. Перерізи порід підшови при веденні підрибок
 а) вентиляційний штрек 26 східної лави пл. m_3 ш. Трудівська (2013 р);
 б) 8 західний вентиляційний штрек пл. m_3 ш. ім. Є.Т. Абакумова (2014 р)

Аналіз світлин (рис. 5) свідчить, що в межах підрибки породи мають дрібно блочне становище. Це дозволяє уявляти породний масив в підшові виробки, принаймні на глибину, що дорівнює половині глибини зони руйнування, як блочно-дискретне середовище відносно розмірів ширини штреку.

Отримані результати добре узгоджуються з дослідженнями процесу здимання підшови, отриманими в інших вугільних басейнах [3-6].

Таким чином, слід зробити наступні **висновки**.

В найближчу перспективу проблема підтримання підготовчих виробок в експлуатаційному стані буде актуальною для більшості шахт, що займаються вийманням вугілля на значних глибинах. При цьому одним з найгостріших питань є запобігання і боротьба зі здиманням підшови.

Підняття підшови на 500 і більше мм є наслідком руйнування порід, і незалежно від системи розробки сигналізує про розвиток зони не пружних деформацій вглиб масиву на величину, що визначається коефіцієнтом розпушення при руйнуванні 1,1-1,06.

Розмір блоків в підшові штреку зумовлений співвідношенням міцності порід і діючих напруг. Підвищення цього співвідношення приводить до збільшення розміру фракцій.

Породи підшови штреку, принаймні на половину загального розміру зони руйнування, можуть бути інтерпретовані як дискретне середовище. При цьому приконтурний шар 100-120 мм вже через 2 місяці після проведення виробки є дрібнофракційним. Цей факт буде використано в наступних дослідженнях.

Библиографический список

1. Черняк, И.Л. Повышение устойчивости подготовительных выработок / И.Л. Черняк. – М.: Недра, 1993. – 256 с.
2. Исаенков А.А. Лабораторные исследования механизма передачи нагрузки через зону разрушенных пород в почве выработки при повторном нарушении равновесного состояния / А.А. Исаенков, Ю.А. Петренко, И.Г. Сахно // Вісті Донецького гірничого інституту. – 2013. - №2. Ч.2– С. 112-118.
3. Jiong Wanga, Zhibiao Guoa, Yubiao Yana, Jiewen Panga, Shujiang Zhaoa. Floor heave in the west wing track haulage roadway of the Tingnan Coal Mine: Mechanism and control International / Journal of Mining Science and Technology 2012; 22, P. 295–299.
4. Chang, J.-C., Xie, G.-X. Floor heave mechanism and over-excavation & grouting-backfilling technology in rock roadway of deep mine / Journal of Mining and Safety Engineering 2011; 28 (3), P. 361–369.
5. Yinlong Lua, Lianguo Wanga, Bei Zhangb. An experimental study of a yielding support for roadways constructed in deep broken soft rock under high stress / Journal of Mining Science and Technology 2009; 19 (2), P. 205–209

Надійшла до редакції 27.09.2016

А.А. Исаенков

Красноармейский индустриальный институт ДонНТУ, г. Покровск, Украина

И. Г. Сахно

Донецкий национальный технический университет, г. Покровск, Украина

ДЕФОРМИРОВАНИЕ И СОСТОЯНИЕ ПОРОД ПОЧВЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

В статье определена актуальность проблемы обеспечения эксплуатационного состояния горных выработок угольных шахт. Указано, что одной из основных проблем устойчивости является пучение. Приведены результаты шахтных натуральных наблюдений за сдвижением приконтурных пород вокруг конвейерного штрека. Анализ результатов наблюдений и литературных источников позволил сделать вывод, что породы почвы выработки, расположенные непосредственно у контура, представляют собой блочно-дискретную среду.

Ключові слова: горные выработки, штрек, пучение почвы, зона неупругих деформаций, зона разрушения, деформация.

O.Isaenkov

Krasnoarmeisk Industrial Institute, Pokrovsk, Ukraine

I.Sakhno

Donetsk National Technical University, Pokrovsk, Ukraine

DEFORMATION AND STATE OF ROCKS OF SOIL OF MINE ROADWAYS

The article defines the urgency of the problem to ensure the operational status of mining coal mines. It is indicated that one of the main problems is the stability of the floor heave. The results of the field observations of mine subsidence of the rocks around the roadway are provided. Analysis of the observations and the results of the literature led to the conclusion that the soil generating rocks, located directly at the circuit, are block-discrete environment.

Key words: roadway, floor heave, zone destruction, zone not elastic deformation, deformation.