

УДК 622.281.74

Терещук Р.М., Косолапов А.Ф., к.т.н., доц., Терещук В.Р., студ. гр. ГРБ-12-1,
Куценко О.О., студ. гр. ГБ-15-1м
*Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ,
Україна*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АНКЕРНИХ СИСТЕМ

Підтримка капітальних і підготовчих виробок у нормальному експлуатаційному стані, є неодмінною умовою безпеки підземних робіт і стабільності високих техніко-економічних показників вуглевидобувних підприємств, пов'язана зі значними витратами на ремонтно-відновлювальні роботи.

Основним видом кріплення гірничих виробок вугільних шахт в Україні є металеве аркове податливе кріплення зі спецпрофілю. Незадовільний стан виробок і пов'язані з цим витрати на перекріплення, головним чином, обумовлені невідповідністю конструктивних параметрів аркового кріплення характеру та величині прояву гірського тиску. Кріплення, що використовується, за низької несучої здатності не впливає на геомеханічні процеси, що протікають навколо виробки, а є, по суті, пасивною огорожувальною конструкцією.

Тому успішне вирішення питання забезпечення стійкості капітальних і підготовчих гірничих виробок може бути при використанні нових технологій проходження виробок і впровадження більш ефективних і ресурсозберігаючих видів кріплення, одним з яких є анкерне кріплення. Основне завдання при цьому полягає в правильності вибору його параметрів: щільності встановлення та їх довжини.

Виконаний аналіз існуючих уявлень про взаємодію анкерного кріплення з гірським масивом і методик визначення параметрів кріплення показав, що, незважаючи на різноманітність і велику кількість виконаних досліджень [1, 2], вплив породно-анкерної конструкції на геомеханічні процеси, які відбуваються у масиві, що вміщує виробку, вивчено недостатньо повно.

У роботах [3-5] виконано дослідження, що спрямовані на вивчення параметрів анкерного кріплення, яке встановлене в неоднорідному приконтурному масиві капітальних і підготовчих виробок. Але для більш точного обґрунтування раціональних параметрів кріплення гірничих виробок в конкретних гірничо-геологічних умовах потрібно додатково вивчати вплив анкерних систем на приконтурний масив.

Мета роботи – вивчити поведінку приконтурного масиву похилої гірничої виробки, закріпленої анкерним кріпленням, і визначити раціональну щільність

встановлення та довжину анкерів при збільшенні глибини розробки в умовах пласта m_4^0 шахти «Добропільська» ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля».

Обґрунтування параметрів анкерного кріплення виконувалося на основі вивчення закономірностей зміни напружено-деформованого стану приконтурного масиву порід і зводилося до визначення очікуваних зміщень породного контуру виробки, що зумовлює відповідні величини довжини і щільності встановлення анкерів.

Як спосіб вирішення граничної задачі про напружено-деформований стан масиву навколо похилої виробки, закріпленої анкерним кріпленням, використовувався метод скінченних елементів.

При виконанні досліджень моделювалися умови вантажного хідника уклону пласта m_4^0 горизонту 450 м шахти «Добропільська». Виробка пройдена комбайновим способом і закріплена арковим кріпленням АП-13,8. Переріз виробок у світлі 12,8 м². Кут нахилу виробки 10 градусів.

Дослідження були спрямовані на визначення раціональної щільності встановлення анкерного кріплення і довжини анкерів при зміні глибини закладення виробки. При моделюванні змінювалися такі параметри: кількість анкерів $N_a = 3...9$ шт., довжина анкерів $l_a = 2,2...3,5$ м і глибина закладення виробки $H = 700...1500$ м.

В результаті математичного моделювання були отримані залежності зміщень покрівлі і підосви виробки від глибини її закладення (700...1500 м) при зміні кількості (3...9 шт.) і довжини (2,2...3,5 м) анкерів. В роботі наведено залежності зміщень покрівлі і підосви виробки від глибини її закладення при встановленні анкерів довжиною 3 м (рис. 1 і 2).

Аналізуючи отримані результати можна зробити наступні висновки:

– результати чисельних розрахунків і шахтні виміри зміщень покрівлі та підосви для виробки, що закріплена арковим кріпленням і додатково чотирма анкерами, відрізняються на 4,3% і 2,4% відповідно. Таким чином, можна зробити висновок про адекватність розробленої математичної моделі;

– величина зміни зміщень покрівлі при збільшенні глибини закладення виробки та встановлення анкерів довжиною 3 м становить: для 3 анкерів 39 мм на 100 м, для 9 анкерів 17 мм на 100 м (рис. 1);

– величина зміни зміщень підосви при збільшенні глибини закладення виробки та встановлення анкерів довжиною 3 м становить: для 3 анкерів 59 мм на 100 м, для 9 анкерів 41 мм на 100 м (рис. 2);

– при збільшенні глибини закладення виробки різниця між зміщеннями покрівлі (при установці від 3 до 9 анкерів) збільшується, так для випадку анкерів довжиною 3 м вона становить: на глибині 700 м – 123 мм, на глибині 1500 м – 299 мм (рис. 1);

– при збільшенні глибини закладення виробки різниця між зміщеннями підосви (при встановленні від 3 до 9 анкерів) збільшується, так для випадку

анкерів довжиною 3 м вона становить: на глибині 700 м – 26 мм, на глибині 1500 м – 170 мм (рис. 2);

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при зміні кількості анкерів від 3 до 9 ($H = 700$ м) і описується поліноміальною залежністю:

$$u_{\text{покp}} = 2,9405N_a^2 - 44,631N_a + 303,57;$$

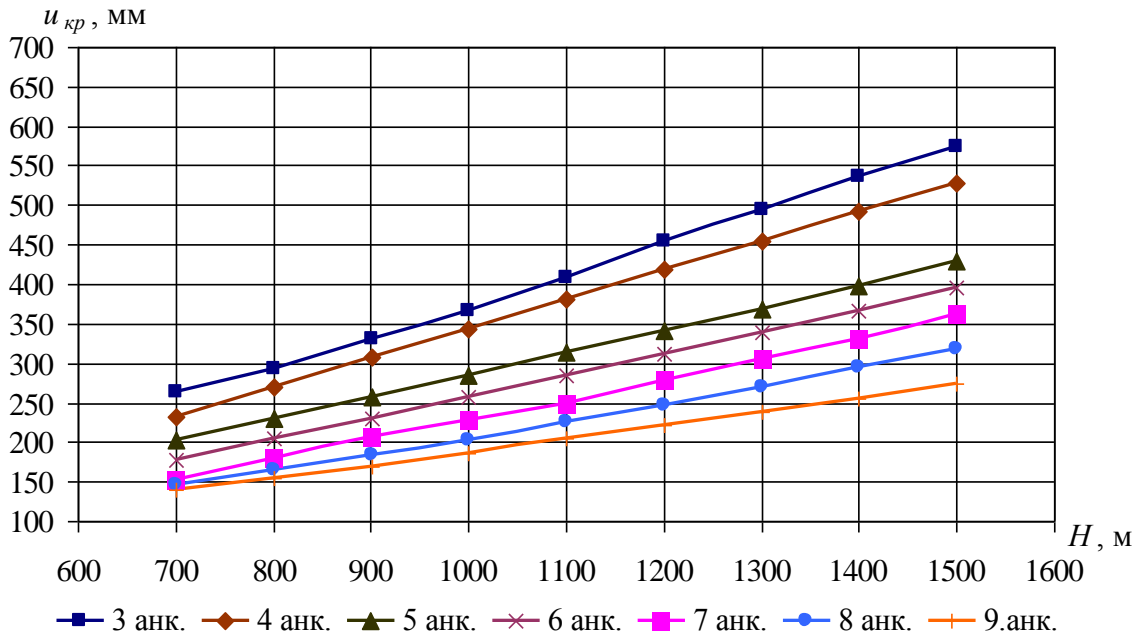


Рис. 1. Зміна величини зміщень покрівлі в залежності від глибини закладення виробки при довжині анкера 3,0 м

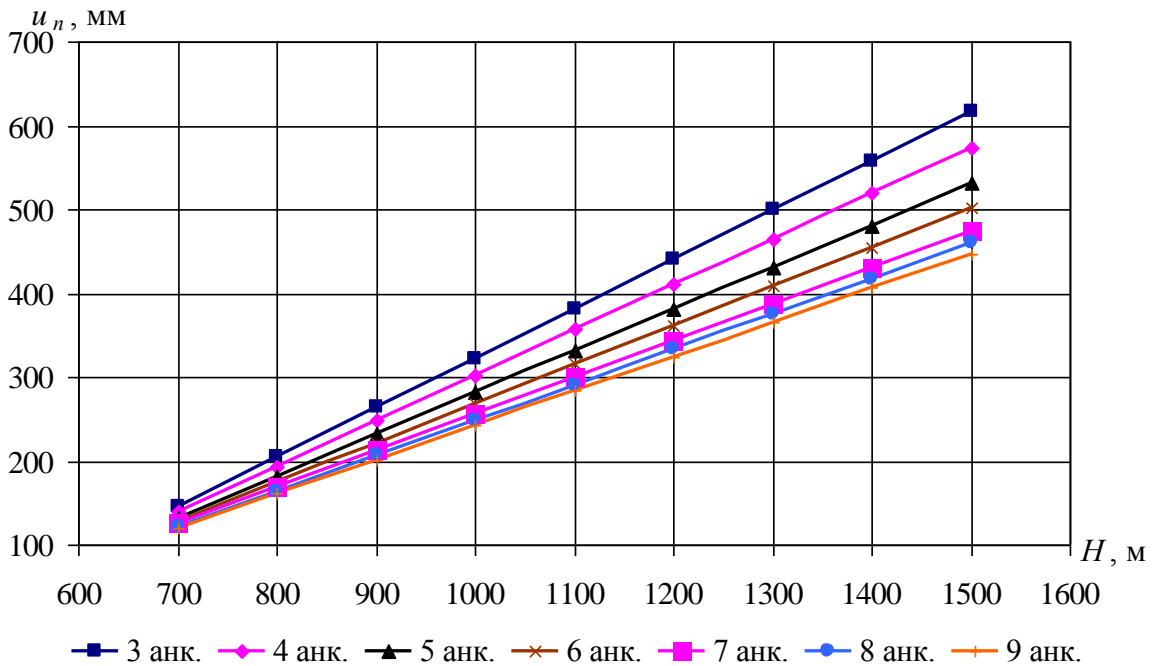


Рис. 2. Зміна величини зміщень підлоги в залежності від глибини закладення виробки при довжині анкера 3,0 м

– величина зміщень підшви виробки зменшується при зміні кількості анкерів від 3 до 9 ($H = 700$ м) і описується поліноміальною залежністю:

$$u_{під} = 0,619N_a^2 - 9,0238N_a + 151,29;$$

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при зміні довжини анкерів від 2,2 до 3,5 м ($N_a = 7$ шт. та $H = 700$ м) і описується поліноміальною залежністю: $u_{покр} = 38,015l_a^2 - 254,33l_a + 573,37$;

– в умовах пласта m_4^0 шахти «Добропільська» при кріпленні похилих гірничих виробок рамно-анкерним кріпленням раціональна довжина анкерів, встановлених в покрівлі виробки за технологічними параметрами, становить близько 2,9...3,1 м, а щільність анкерування 0,925...0,74 анк./м² ($N_a = 4-5$ шт.);

– отримані залежності зміщень покрівлі і підшви виробки від глибини її закладення при зміні кількості та довжини анкерів можуть служити для прогнозу зміщень в подібних гірничо-геологічних умовах для виробок, що будуть споруджуватись.

Таким чином, для умов пласта m_4^0 шахти «Добропільська» отримані залежності зміщень покрівлі та підшви похилої виробки від глибини її закладення при зміні кількості і довжини анкерів. Дані залежності можуть служити для прогнозу зміщень контуру для похилих виробок, що будуть споруджуватись. в подібних гірничо-геологічних умовах, що в свою чергу дозволить оптимізувати параметри анкерного і рамно-анкерного кріплення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Булат А.Ф. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт / А.Ф. Булат, В.В. Виноградов. – Днепропетровск: Ин-т геотехнической механики НАН Украины, 2002. – 372 с.

2. Виноградов, В.В., Круковский А.П., Хворостян В.А. Опорно-анкерне кріплення гірничих виробок вугільних шахт України // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 2010. – Вип. 88. – С. 170–179.

3. Круковский А.П. Анализ влияния плотности установки анкерной крепи на состояние приконтурных пород выработки арочного сечения // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 2011. – Вип. 94. – С. 95–104.

4. Терещук Р.Н. Определение рациональной плотности анкерования наклонных выработок // Уголь Украины. – 2014. – №10. – С. 8–11.

5. Терещук Р.Н. Терещук О.В. Определение рациональных параметров анкерования наклонных выработок // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Науково-виробничий журнал: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип. 2 (14). – С. 104–113.