

УДК 622.281.74

Дараган Т.В., студ. гр. ГРБ-14-2, Жадленко Т.І., студ. гр. 184м-17з-5, Григор'єв О.Є., к.т.н., доц.

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ДОВЖИНИ АНКЕРНИХ ШТАНГ

Існуюче металеве арочне піддатливе кріплення не забезпечує збереження капітальних похилих виробок в експлуатаційному стані весь термін експлуатації, особливо в зоні впливу очисних робіт.

Часткове вирішення цього питання можливе на початковому періоді спорудження виробок, використовуючи можливості самого породного масиву, збільшенням його несучої здатності, яке реалізується створенням системи «основне кріплення-породний масив-додаткові заходи». Останнє може бути досягнуто застосуванням способів охорони, які спрямовані на включення приконтурного породного масиву в спільну роботу з огорожувальними конструкціями.

Виконаний аналіз існуючих уявлень про взаємодію анкерних систем з приконтурним породним масивом і методик визначення параметрів кріплення показав, що, незважаючи на різноманітність і велику кількість виконаних досліджень [1-3], вплив, створених породно-анкерних конструкцій на геомеханічні процеси, що відбуваються у масиві, який вміщує виробку, вивчено недостатньо повно.

У роботах [4-6] виконано значний обсяг досліджень спрямованих на вивчення раціональної довжини анкерних штанг, встановлених в неоднорідний приконтурний масив похилих виробок в гірничо-геологічних умовах шахт ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля». Досліджено закономірності зміни напружено-деформованого стану порід покрівлі, закріплених анкерами, отримані залежності зміщень покрівлі та підосви похилої виробки при зміні довжини, а також глибини закладення виробки, і визначені раціональні параметри.

Мета роботи – дослідити стан приконтурного породного масиву капітальної похилої виробки, при встановленні анкерних систем, з використанням математичних методів моделювання, і на основі результатів досліджень визначити раціональну довжину анкерних штанг при збільшенні глибини її закладення.

Обґрунтування параметрів анкерних систем для капітальних похилих виробок здійснювалося шляхом дослідження закономірностей зміни поведінки й напружено-деформованого стану (НДС) породного масиву і знаходженню зміщень породного контуру гірничої виробки, та на їх основі визначення раціональних величин довжини анкерних штанг.

При виконанні даних досліджень використаний один з найбільш вдалих пакетів для вивчення напружено-деформованого стану заанкерованого породного приконтурного масиву – програмний продукт ПП (БГГМ), який розроблений співробітниками кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки.

При дослідженнях моделювалися за допомогою методу скінченних елементів гірничо-геологічні умови людського хідника уклону пласта m_4^2 горизонту 500 м шахти «Піонер».

При математичному моделюванні анкерних систем для кріплення капітальних похилих виробок використовувалися фізико-механічні параметри вугільного пласта і вміщуючих порід, які наведені в роботі [4].

Дослідження були спрямовані на визначення раціональної довжини анкерних штанг в залежності від глибини розташування гірничої виробки для кількості анкерів $N_a = 3$ шт. і $N_a = 9$ шт. При чисельному моделюванні змінювались наступні параметри: довжина анкерних штанг $l_a = 2,2...3,5$ м і глибина розташування виробки $H = 700...1500$ м.

Розрахункова схема до вирішення завдання визначення раціональної довжини анкерних штанг для кріплення капітальних похилих виробок при зміні глибини розташування виробки наведена в роботі [4].

Результатом математичного моделювання капітальної похилої виробки, яка закріплена анкерним кріпленням, при зміні параметрів анкерування ($N_a = 3$ шт. і $N_a = 9$ шт.) та ($l_a = 2,2...3,5$ м), а також глибини розташування ($H = 700...1500$ м), були отримані залежності величин зміщень породного приконтурного масиву. В роботі наведені графіки залежностей зміни зміщень покрівлі та підосви виробки: від глибини її розташування при використанні анкерних штанг довжиною 2,2 і 3 м (рис. 1 та 2), від довжини анкерних штанг при глибині розташування виробки 700 і 1500 м (рис. 3 та 4).

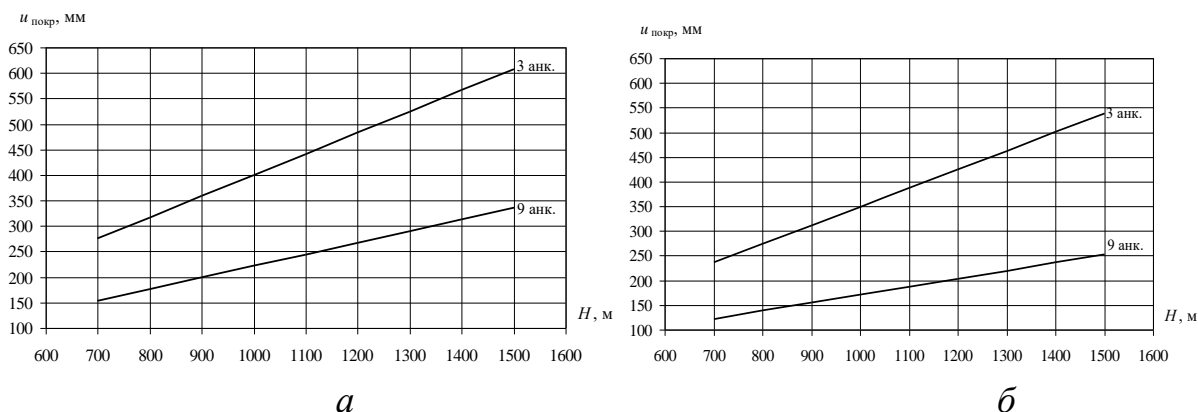


Рис. 1. Графіки залежностей зміни величини зміщення покрівлі від глибини розміщення виробки при довжині анкера: а – 2,2 м, б – 3 м

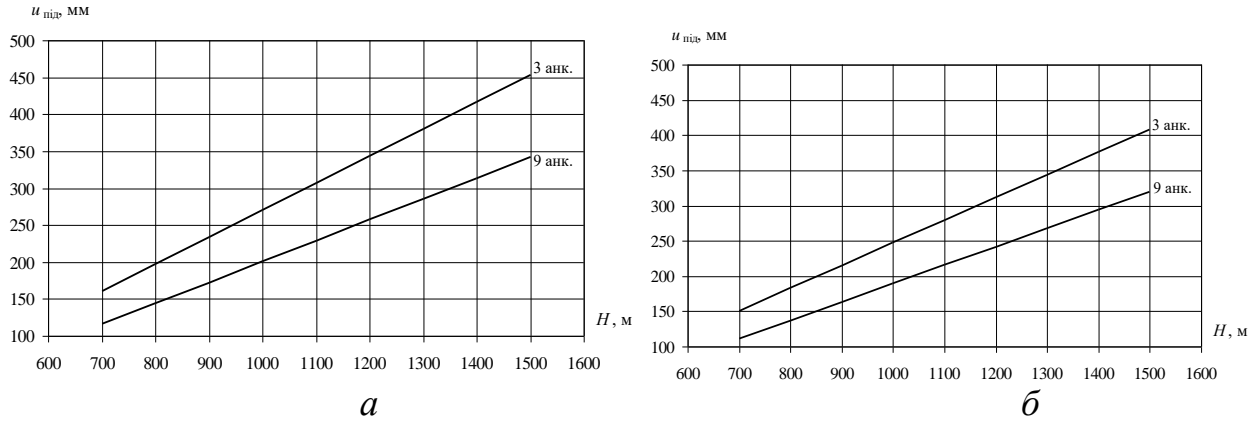


Рис. 2. Графіки залежностей зміни величини зміщення підшови від глибини розміщення виробки при довжині анкера: а – 2,2 м, б – 3 м

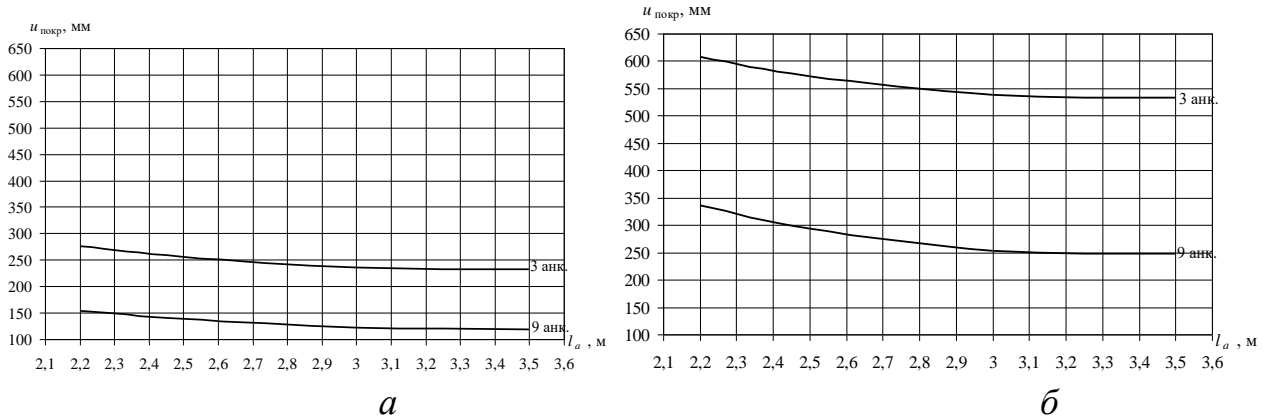


Рис. 3. Графіки залежностей зміни величини зміщення покрівлі від довжини анкера при глибині розміщення виробки: а – 700 м, б – 1500 м

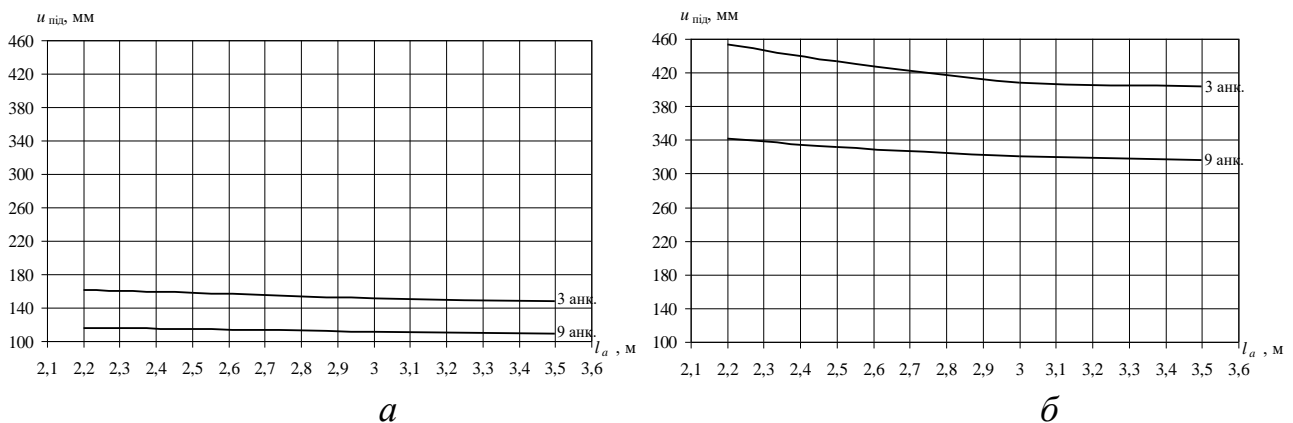


Рис. 4. Графіки залежностей зміни величини зміщення підшови від довжини анкера при глибині розміщення виробки: а – 700 м, б – 1500 м

Аналіз отриманих результатів досліджень:

– залежності змін зміщень покрівлі та підшови капітальної похилої виробки, закріпленої анкерними системами, для всіх досліджуваних варіантів

встановлення анкерних штанг при збільшенні глибини її закладення, описуються рівняннями наступного вигляду $u_i = a_1 H_i + a_2$ (рис. 1 і 2).

– величина зміни зміщень покрівлі при збільшенні глибини розташування гірничої виробки і застосуванні анкерних штанг довжиною 2,2 і 3 м, відповідно, становить: для 3 анкерів 42 і 38 мм на 100 м, для 9 анкерів 23 і 16 мм на 100 м (рис. 3);

– величина зміни зміщень підосви при збільшенні глибини розташування гірничої виробки і застосуванні анкерних штанг довжиною 2,2 і 3 м, відповідно, становить: для 3 анкерів 37 і 32 мм на 100 м, для 9 анкерів 28 і 26 мм на 100 м (рис. 4);

– при збільшенні глибини розташування виробки різниця між зміщеннями покрівлі (при кріпленні анкерними штангами довжиною 2,2...3,5 м) збільшується при кількості анкерів 3 і 9 шт., відповідно, і становить: на глибині 700 м – 43 і 34 мм, на глибині 1500 м – 75 і 88 мм (рис. 3);

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при варіюванні довжини анкерних штанг 2,2...3,5 м ($H = 700$ м) і описується поліноміальною залежністю:

для $N_a = 3$ шт.

$$u_{нокр} = 31,99l_a^2 - 215,22l_a + 593,48,$$

для $N_a = 9$ шт.

$$u_{нокр} = 24,806l_a^2 - 167,67l_a + 401,91;$$

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при варіюванні довжини анкерних штанг 2,2...3,5 м ($H = 1500$ м) і описується поліноміальною залежністю:

для $N_a = 3$ шт.

$$u_{нокр} = 60,388l_a^2 - 401,67l_a + 1199,2,$$

для $N_a = 9$ шт.

$$u_{нокр} = 74,91l_a^2 - 494,59l_a + 1061,4;$$

– при збільшенні глибини розташування виробки різниця між зміщеннями підосви (при кріпленні анкерними штангами довжиною 2,2...3,5 м) збільшується при кількості анкерів 3 і 9 шт., відповідно, і становить: на глибині 700 м – 13 і 7 мм, на глибині 1500 м – 49 і 26 мм (рис. 4);

– величина зміщень підосви виробки зменшується при варіюванні довжини анкерних штанг 2,2...3,5 м ($H = 700$ м) і описується поліноміальною залежністю:

для $N_a = 3$ шт.

$$u_{нід} = 10l_a^3 - 82l_a^2 + 209,5l_a - 9,5,$$

для $N_a = 9$ шт.

$$u_{нід} = 0,8974l_a^3 - 6,0769l_a^2 + 7,0064l_a + 120,44;$$

– величина зміщень підосви виробки зменшується при варіюванні довжини анкерних штанг 2,2...3,5 м ($H = 1500$ м) і описується поліноміальною залежністю:

для $N_a = 3$ шт.

$$u_{ni\delta} = 34,778l_a^2 - 236,65l_a + 805,94,$$

для $N_a = 9$ шт.

$$u_{ni\delta} = 15,479l_a^2 - 108,08l_a + 504,73;$$

– в гірничо-геологічних умовах пласта m_4^2 шахти «Піонер» при кріпленні капітальних похилих виробок з використанням анкерного кріплення раціональна довжина анкерних штанг, встановлених в покрівлі виробки, становить близько 2,8...3,0 м.

Таким чином, отримані залежності зміщень підошви та покрівлі капітальної похилої виробки від глибини її розташування (700...1500 м) при варіюванні довжини (2,2...3,5 м) анкерних штанг можуть бути використані для прогнозу зміщень при проектуванні похилих виробок пласта m_4^2 шахти «Піонер».

Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення технологічно і економічно раціональних параметрів анкерних систем капітальних похилих виробок для інших гірничо-геологічних умов.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Терещук Р.Н. Обоснование параметров анкерной крепи капитальных наклонных выработок в условиях шахт ГХК “Добропольеуголь” : [дисс. канд. техн. наук: 05.15.04](#). – Днепропетровск, 2002. – 162 с.
2. Терещук Р.Н. Крепление капитальных наклонных выработок анкерной крепью : монография. – Д.: НГУ, 2013. – 150 с.
3. Гапєєв С.М., Хозяїкіна Н.В., Терещук Р.М., Коваленко В.В. Ресурсозберігаючі технології управління стійкістю протяжних виробок вугільних шахт : монографія. – Дніпропетровськ : НГУ, 2016. – 181 с.
4. Tereshchuk R.M., Khoziaikina N.V. and Babets D.V. (2018), “*Substantiation of rational roof-bolting parameters*”, *Scientific bulletin of National Mining University*, no. 1. pp. 19–26.
5. Терещук Р.Н. Определение рациональной длины анкеров для крепления наклонных выработок // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1 (90). Ч. 2. – С. 65–69.
6. 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.