

УДК 622.281.74

Дараган Т.В., студ. гр. 184м-18-1 ФБ, Терещук Р.М., к.т.н., доц.

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна*

Жадленко Т.І.

*Дніпрорудненський індустріальний коледж, м. Дніпрорудне, Україна*

## ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ДОВЖИНИ АНКЕРІВ

Однією з основних проблем на вугільних шахтах є підтримання капітальних гірничих виробок в експлуатаційному стані. Традиційні види кріплення в важких гірничого-геологічних та гірничотехнічних умовах розробки не забезпечують збереження необхідного перерізу виробок, що призводить до погіршення вентиляції та порушення транспортних потоків. Практика підтримання виробок показує, що потрібно використовувати комбіновані види кріплення. Одним із елементів комбінованого кріплення може бути анкерна штанга. Основне завдання при цьому полягає в правильності вибору параметрів анкерного кріплення.

З досліджень про схему роботи породного приконтурного масиву, що зміцнений анкерним кріпленням, можна виділити кілька гіпотез: I – анкера протидіють породам, що обвалюються, підвішуючи їх до більш стійкого породного масиву; II – встановлення анкерного кріплення в породний приконтурний масив утворює вантажонесучу конструкцію; III – анкерне кріплення є засобом підвищення стійкості приконтурного масиву гірничих виробок. Однак, існуючі методи, методики і способи обґрунтування параметрів анкерних систем (аналітичні, графічний, енергетичний та ін.), які ґрунтуються на вищеописаних гіпотезах, не дозволяють в повній мірі вирішити задачу визначення параметрів анкерного кріплення похилих виробок при різних гірничотехнічних і гірничо-геологічних умовах.

В роботах [1-8] виконано значний обсяг досліджень спрямованих на вивчення параметрів анкерних систем, що встановлені в неоднорідний приконтурний масив похилих виробок в гірничо-геологічних умовах шахт ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля». Отримані залежності зміщень покрівлі та підшви похилої виробки при зміні різних параметрів анкерів, що встановлені в приконтурний масив, а також глибини закладення виробки, і визначені раціональні параметри анкерування для умов пласта  $l_3$  шахти «Алмазна» [1], пластів  $m_5^{16}$  [2, 3] і  $m_4^0$  [4] шахти «Добропільська», пласта  $l_8$  [5] шахти «Білозерська», пласта  $k_7$  [7] шахти «Новодонецька» та пласта  $m_4^2$  [6, 8] шахти «Піонер».

Мета роботи – дослідити стан приконтурного породного масиву похилої виробки, що закріплена анкерними системами, і на основі результатів

досліджень визначити раціональну довжину анкерних штанг при збільшенні глибини її закладення.

Дана стаття є продовження досліджень, що виконувались в роботі [8], але для інших гірничо-геологічних умов.

При дослідженнях моделювалися за допомогою методу скінченних елементів гірничо-геологічні умови південного хідника центрального уклону пласта  $k_7$  шахти «Новодонецька».

При математичному моделюванні анкерних систем для кріплення капітальних похилих виробок використовувалися фізико-механічні параметри вугільного пласта і вміщуючих порід, які наведені в роботі [7].

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 [7].

Результатом математичного моделювання капітальної похилої виробки, яка закріплена анкерним кріпленням, при зміні параметрів анкерування ( $N_a = 3, 5, 7$  та  $9$  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 виробки від глибини її розташування при використанні анкерних штанг довжиною 2,2, 2,5, 3 і 3,5 м (рис. 1-4) та графіки залежностей зміни зміщень покрівлі виробки від довжини анкерних штанг при глибині розташування виробки 700 і 1500 м (рис. 5 і 6).

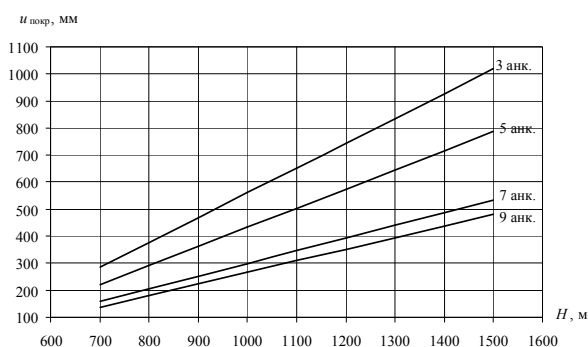


Рис. 1. Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від глибини закладення виробки при довжині анкера 2,2 м

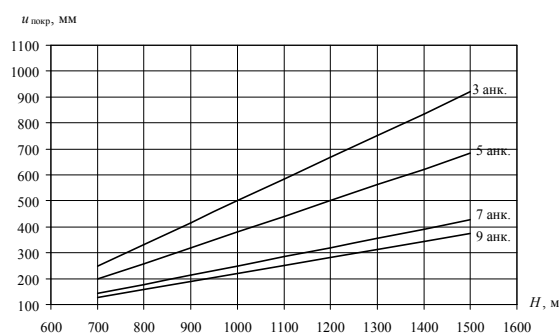


Рис. 2. Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від глибини закладення виробки при довжині анкера 2,5 м

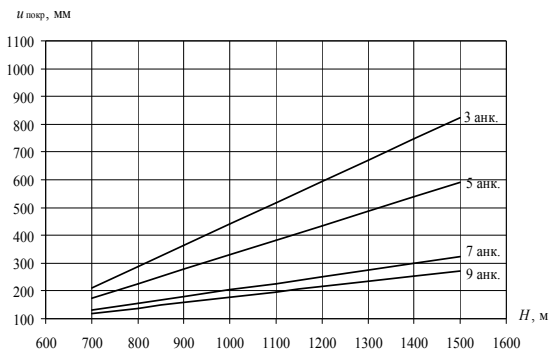


Рис. 3. Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від глибини закладення виробки при довжині анкера 3 м

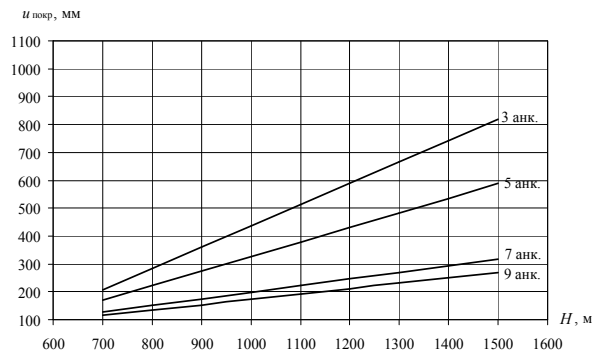


Рис. 4. Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від глибини закладення виробки при довжині анкера 3,5 м

Аналіз отриманих результатів досліджень:

– величина зміни зміщень покрівлі при збільшенні глибини розташування гірничої виробки і застосуванні анкерних штанг довжиною 2,2; 2,5; 3,0 і 3,5 м, відповідно, становить: для 3 анкерів 92, 84, 77 і 76 мм на 100 м, для 9 анкерів 42, 31, 19 і 19 мм на 100 м (рис. 1-4);

– величина зміни зміщень підосви при збільшенні глибини розташування гірничої виробки і застосуванні анкерних штанг довжиною 2,2; 2,5; 3,0 і 3,5 м, відповідно, становить: для 3 анкерів 134, 123, 113 і 113 мм на 100 м, для 9 анкерів 87, 85, 82 і 82 мм на 100 м;

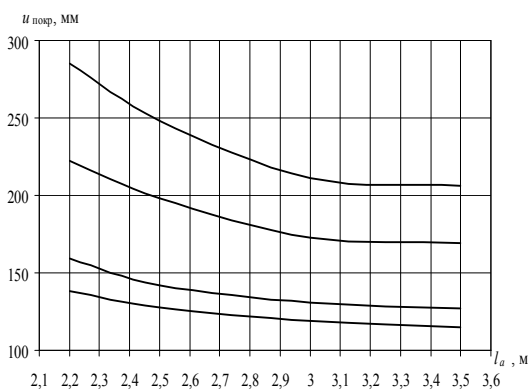


Рис. 5. Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від довжини анкерів при глибині закладення виробки 700 м

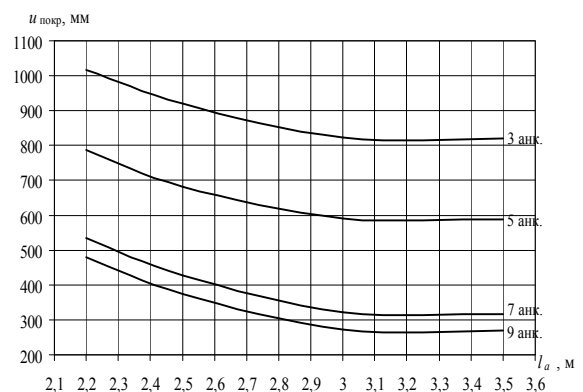


Рис. 6. Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від довжини анкерів при глибині закладення виробки 1500 м

– 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 анк., відповідно, і становить: на глибині 700 м – 79 і 23 мм (рис. 5), на глибині 1500 м – 199 і 211 мм (рис. 6);

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

$$\text{для } N_a = 3 \text{ анк. } u_{\text{покр}} = 63,204l_a^2 - 421,11l_a + 905,61,$$

$$\text{для } N_a = 9 \text{ анк. } u_{\text{покр}} = 13,128l_a^2 - 92,207l_a + 277,04;$$

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

$$\text{для } N_a = 3 \text{ анк. } u_{\text{покр}} = 177,34l_a^2 - 1164,4l_a + 2721,7,$$

$$\text{для } N_a = 9 \text{ анк. } u_{\text{покр}} = 191,39l_a^2 - 1253,7l_a + 2312,2;$$

– 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 анк., відповідно, і становить: на глибині 700 м – 34 і 99 мм, на глибині 1500 м – 193 і 143 мм;

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

$$\text{для } N_a = 3 \text{ анк. } u_{\text{нід}} = 21,241l_a^2 - 146,91l_a + 1085,1,$$

$$\text{для } N_a = 9 \text{ анк. } u_{\text{нід}} = 83,981l_a^2 - 554,45l_a + 1550;$$

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

$$\text{для } N_a = 3 \text{ анк. } u_{\text{нід}} = 168,11l_a^2 - 1106,7l_a + 3549,1,$$

$$\text{для } N_a = 9 \text{ анк. } u_{\text{нід}} = 123,7l_a^2 - 814,7l_a + 2629,3;$$

– при кріпленні похилих виробок анкерним кріпленням в гірничо-геологічних умовах пласта  $k_7$  шахти «Новодонецька» раціональна довжина анкерних штанг, що встановлені в покрівлі виробки, становить близько  $l_a = 2,9...3,1$  м.

Таким чином, отримані залежності зміщень підосви та покрівлі 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  $k_7$  шахти «Новодонецька».

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

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Терещук Р.Н. Крепление капитальных наклонных выработок анкерной крепью: монография / Р.Н. Терещук. – Д.: НГУ, 2013. – 150 с.

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

3. Терещук Р.Н. Определение рациональной длины анкеров для крепления наклонных выработок / Р.Н. Терещук // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1 (90). Ч. 2. – С. 65–69.

4. Терещук Р.Н. Моделирование анкерных систем для крепления наклонных выработок / Р.Н. Терещук // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Науково-виробничий журнал: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 2 (16). – С. 81–90.

5. Терещук Р.М. Кріплення похилих виробок анкерними системами / Р.М. Терещук // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Науково-виробничий журнал: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2017. – Вип. 2 (20). – С. 50–60.

6. Tereshchuk R.M. *Substantiation of rational roof-bolting parameters* / R.M. Tereshchuk, N.V. Khoziaikina, D.V. Babets // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no. 1. pp. 19–26.

7. Терещук Р.М. Дослідження параметрів анкерних систем для кріплення похилих виробок / Р.М. Терещук // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – Житомир: ЖДТУ. – 2018. – №2 (82). С. 268–276.

8. Дараган Т.В. До питання про визначення раціональної довжини анкерних штанг / Т.В. Дараган, Т.І. Жадленко, О.Є. Григор'єв // Перспективи розвитку будівельних технологій : 12-та міжнародна науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів (19-20 квіт. 2018 р., м. Дніпро) : доповіді / Національний гірничий університет. – Д., 2018. – С. 34–38.