

УДК 622.281.74

Паульс І.М., студ. гр. 184м-18-1 ФБ, Терещук Р.М., к.т.н., доц.
*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро,
Україна*

Пленник А.М.

Дніпрорудненський індустріальний коледж, м. Дніпрорудне, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ АНКЕРІВ

Основною умовою забезпечення стійкості гірничих виробок є швидке введення кріплення в роботу і забезпечення хороших умов на контакті «кріплення-порода». Аналіз відомих у вітчизняній і зарубіжній практиці технологічних розробок в сфері кріплення і підтримки виробок показує, що одним з перспективних напрямків вирішення питання забезпечення стійкості капітальних і підготовчих гірничих виробок є застосування анкерних систем, що дозволяють досягти високих темпів проведення виробок, зниження травматизму, забезпечити високі техніко економічні показники експлуатації виробок.

Виконано значний обсяг досліджень спрямованих на розробку моделей і визначення різних параметрів анкерування, зокрема, щільності їх встановлення в приконтурний породний масив для гірничо-геологічних умов шахти «Алмазна» [1], шахти «Добропільська» [2-4], шахти «Білозерська» [5], шахти «Новодонецька» [6] та шахти «Піонер» [7, 8].

Мета роботи – визначити раціональну щільність анкерування приконтурного породного масиву капітальної похилої виробки в гірничо-геологічних умовах шахти «Новодонецька» з використанням математичних методів моделювання.

Складність досліджень в натурних умовах стану приконтурного масиву і детального вивчення процесів, що відбуваються в ньому при порушенні рівноваги, змушує використовувати для вирішення поставлених задач методи моделювання (як лабораторні, так і математичні).

При дослідженнях моделювалися гірничо-геологічні умови південного хідника центрального уклону пласта k_7 шахти «Новодонецька».

При математичному моделюванні анкерних систем для кріплення похилих виробок використовувалися фізико-механічні параметри вугільного пласта і вміщуючих порід з урахуванням результатів [6], які наведені в табл.

Дослідження були спрямовані на визначення раціональної щільності анкерування в залежності від глибини розташування гірничої виробки. При чисельному моделюванні варіювалися наступні параметри: щільність анкерування $N_a = 3...9$ анк., довжина анкерних штанг $l_a = 2,2, 2,5, 3$ та $3,5$ м і глибина розташування виробки $H = 700$ і 1500 м.

Таблиця

Фізико-механічні параметри вугільного пласта k_7 та порід

Матеріал	Модуль пружності, 10^4 МПа	Коефіцієнт Пуассона	Межа міцності на однісне стиснення, МПа	Межа міцності на розтягнення, МПа	Щільність порід, t/m^3	Потужність шару, м
Пісковик (основна покрівля)	1,8	0,21	65	6,5	2,5	70,0
Аргіліт (безпосередня покрівля)	0,73	0,25	16	1,6	2,3	2,0
Вугільний пласт k_7	0,92	0,16	18	1,8	1,32	1,8
Аргіліт (безпосередня підшва)	0,73	0,25	16	1,6	2,3	4,0
Алевроліт (основна підшва)	0,9	0,23	35	3,5	2,4	5,0

Розрахункова схема до вирішення задачі з визначення раціональної щільності анкерування для кріплення похилих виробок при зміні глибини закладення виробки наведена на рис. 1.

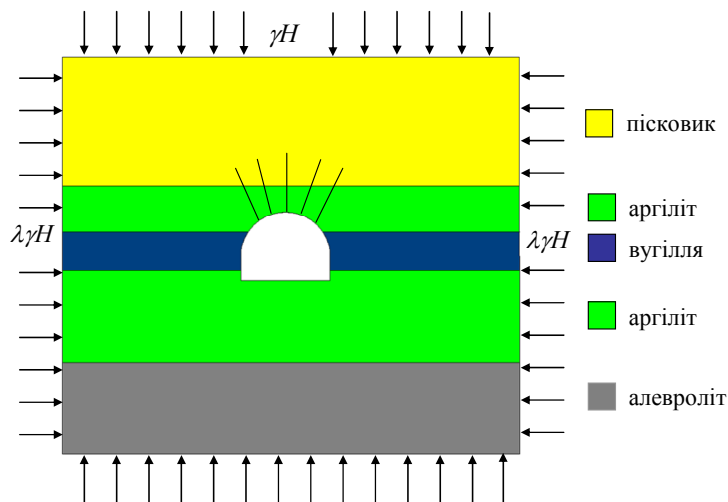


Рис. 1. Розрахункова схема до вирішення задачі з визначення параметрів анкерних систем для похилих виробок, що пройдені в умовах пласта k_7

В роботі наведені графіки залежностей зміни зміщення покрівлі та підшви виробки при розташування її на глибині 700 і 1500 м при використанні анкерних штанг довжиною 2,2, 2,5, 3 і 3,5 м (рис. 2, 3) від щільності анкерування $N_a = 3 \dots 9$ анк.

Аналіз отриманих результатів досліджень:

– при збільшенні глибини розташування виробки різниця між зміщеннями покрівлі (при встановленні 3...9 анк.) збільшується при довжині анкерних штанг 2,2; 2,5; 3,0 і 3,5 м, відповідно, і становить: на глибині 700 м – 147, 120, 92 і 91 мм (рис. 2, а), на глибині 1500 м – 538, 545, 551 і 551 мм (рис. 2, б);

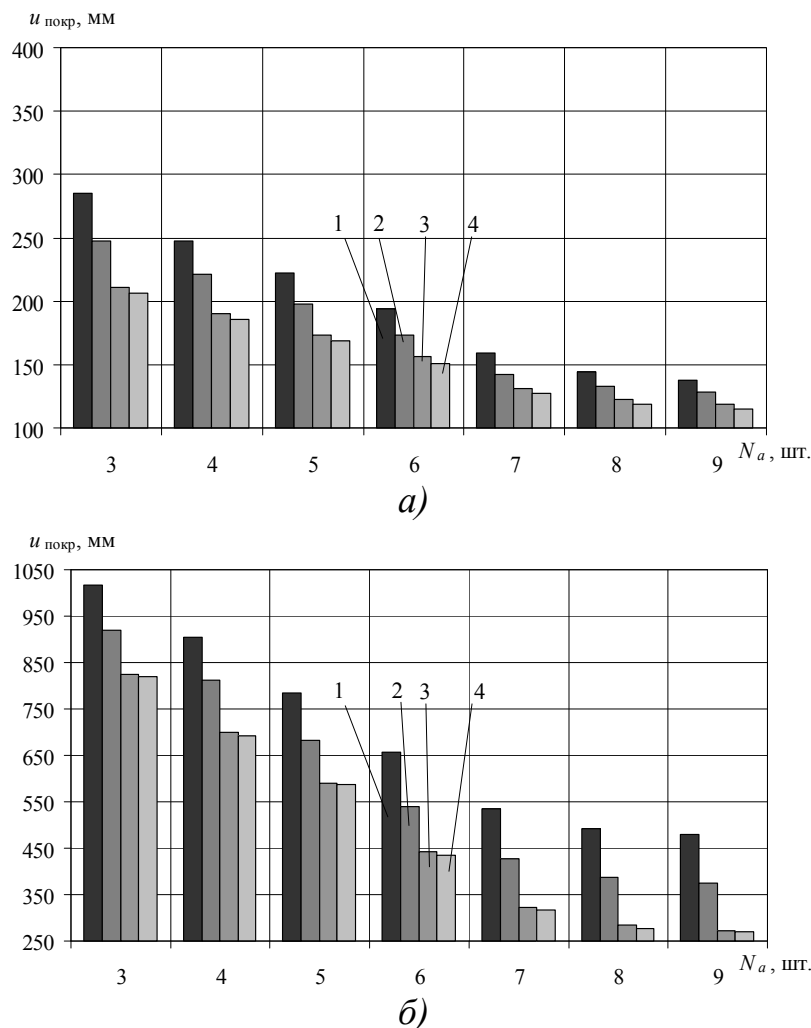


Рис. 2. Графіки зміни величини зміщень покрівлі залежно від кількості анкерів при глибині закладення виробки: а – 700 м, б – 1500 м (1 – $l_a = 2,2$ м, 2 – $l_a = 2,5$ м, 3 – $l_a = 3,0$ м, 4 – $l_a = 3,5$ м)

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. ($H = 700$ м) і описується поліноміальною залежністю:

$$\text{для } l_a = 2,2 \text{ м} \quad u_{\text{покр}} = 0,5556N_a^3 - 4,3333N_a^2 - 21,317N_a + 308,29,$$

$$\text{для } l_a = 3,5 \text{ м} \quad u_{\text{покр}} = 0,5N_a^3 - 4,6548N_a^2 - 6,2976N_a + 215,57;$$

– величина зміщень покрівлі виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. ($H = 1500$ м) і описується поліноміальною залежністю:

$$\text{для } l_a = 2,2 \text{ м} \quad u_{\text{покр}} = 3,5278N_a^3 - 31,643N_a^2 - 37,028N_a + 1082,3,$$

$$\text{для } l_a = 3,5 \text{ м} \quad u_{\text{покр}} = 3,8056N_a^3 - 33,893N_a^2 - 36,484N_a + 882,86;$$

– при збільшенні глибини розташування виробки різниця між зміщеннями підосви (при встановленні 3...9 анк.) збільшується при довжині анкерних штанг 2,2; 2,5; 3,0 і 3,5 м, відповідно, і становить: на глибині 700 м – 128, 162, 193 і 193 мм (рис. 3, а), на глибині 1500 м – 492, 468, 443 і 442 мм (рис. 3, б);

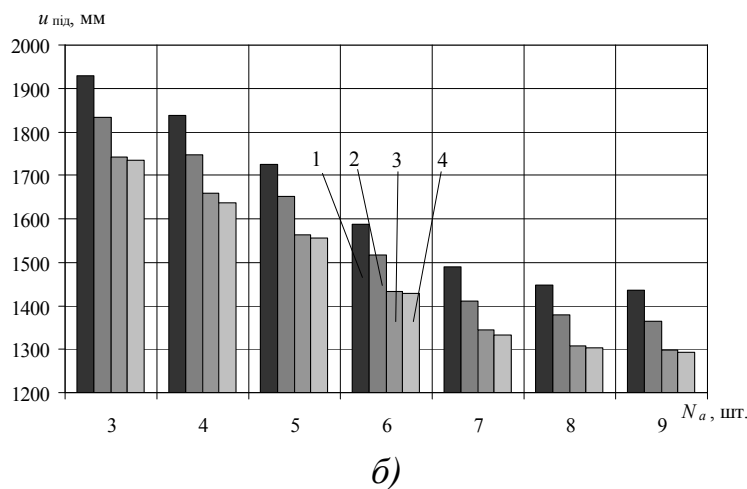
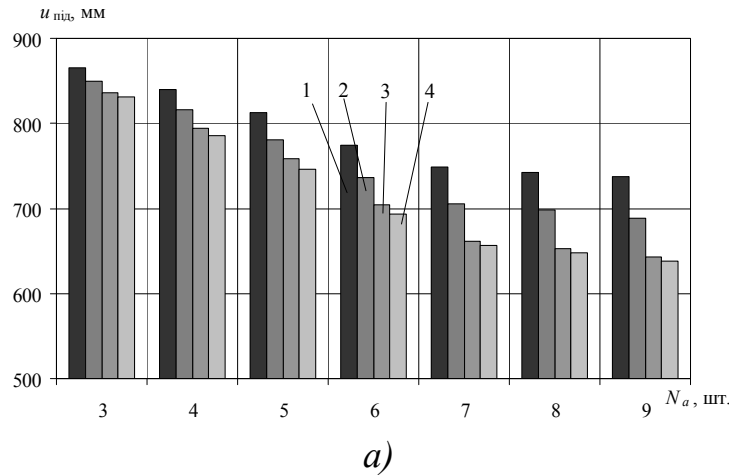


Рис. 3. Графіки зміни величини зміщень підосви залежно від кількості анкерів при глибині закладення виробки: а – 700 м, б – 1500 м
(1 – $l_a = 2,2$ м, 2 – $l_a = 2,5$ м, 3 – $l_a = 3,0$ м, 4 – $l_a = 3,5$ м)

– величина зміщень підосви виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. ($H = 700$ м) і описується поліноміальною залежністю:

$$\text{для } l_a = 2,2 \text{ м} \quad u_{\text{під}} = 0,9167N_a^3 - 8,3333N_a^2 - 6,6786N_a + 879,57,$$

$$\text{для } l_a = 3,5 \text{ м} \quad u_{\text{під}} = 0,9722N_a^3 - 7,2976N_a^2 - 28,841N_a + 866,43;$$

– величина зміщень підосви виробки зменшується при варіюванні кількості анкерів 3...9 анк. ($H = 1500$ м) і описується поліноміальною залежністю:

$$\text{для } l_a = 2,2 \text{ м} \quad u_{\text{під}} = 3,75N_a^3 - 35,119N_a^2 - 14,369N_a + 1975,6,$$

$$\text{для } l_a = 3,5 \text{ м} \quad u_{\text{під}} = 3,1667N_a^3 - 28,905N_a^2 - 22N_a + 1780,6;$$

– при кріпленні похилих виробок анкерним кріпленням в гірничо-геологічних умовах пласта k_7 шахти «Новодонецька» раціональна щільність анкерування покрівлі виробки становить близько 0,8...0,85 анк./м² ($N_a = 6$ анк.).

Таким чином, отримані залежності зміщень підосви та покрівлі похилої виробки від глибини її розташування (700...1500 м) при варіюванні щільності

анкерування (3...9 анк.). Ці залежності можуть бути використані для прогнозу зміщень при проектуванні похилих виробок на шахті «Новодонецька».

Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення інших параметрів анкерних систем похилих виробок та 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 плотности анкерования наклонных выработок / Р.Н. Терещук // Уголь Украины. – 2014. – №10. – С. 8–11.

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. 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.

7. 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.

8. Паульс І.М. До питання про визначення раціональної щільності анкерування / І.М. Паульс, Г.С. Дощенко, О.В. Халимендик // 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. 89–94.
УДК 622.23.05