

УДК 622.281.74

Букін Я.А. студ. гр. 184м-20-1 ФБ, Терещук Р.М., к.т.н., доц.,
*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро,
Україна*

Пленник А.М., викладач

Дніпрорудненський індустріальний коледж, м. Дніпрорудне, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ АНКЕРНОГО КРІПЛЕННЯ НА МОДЕЛЯХ

Підвищення ефективності роботи шахт можливе за рахунок вдосконалення способів кріплення та підтримки капітальних та підготовчих виробок, створення та широке впровадження надійних і економних видів кріплення. Перспективним напрямком поліпшення стану виробок є зміцнення породного масиву навколо виробки та використання його несучої здатності як елемента кріплення. Такий принцип роботи має анкерне кріплення, яке, до того ж, забезпечує скорочення трудомісткості робіт із кріплення, зниження витрат, поліпшення умов праці та значне підвищення техніко-економічних показників видобутку вугілля. У зв'язку з цим дослідження закономірностей взаємодії системи “анкер-породний масив” і розробка методики для визначення параметрів анкерного кріплення є актуальною задачею, що має важливе практичне значення.

Однак, необхідний ряд теоретичних і експериментальних робіт з дослідження закономірностей зміни напружено-деформованого стану породного масиву навколо гірничих виробок, що закріплені анкерним кріпленням.

Складність досліджень у натурних умовах стану приконтурного масиву і детального вивчення процесів, що відбуваються в ньому при порушенні рівноваги, змушує використовувати для вирішення цих задач методи моделювання як математичні, так і лабораторні. Найбільш освоєним і розповсюдженим з них є метод дослідження на моделях з еквівалентних матеріалів.

З метою вивчення характеру деформування приконтурного масиву порід і визначення параметрів анкерного кріплення була проведена серія лабораторних іспитів на спеціальному плоскому стенді.

Аналіз результатів моделювання дозволив зробити наступні висновки.

Достатня щільність анкерування знаходиться в межах $0,8 - 1,2$ анк./м², подальше збільшення кількості анкерів істотно не впливає на процеси, що відбуваються в масиві, а лише збільшує витрати металу і час на зведення кріплення [1-4]. Пояснити це можна так. Анкер, що встановлений у породний масив, за рахунок збільшення сил зчеплення на контактах окремих породних блоків перешкоджає зміщенням породи, утворюючи зону підвищеної міцності. При невеликій щільності встановлення анкерів, утворені навколо нього зони не

перекриваються між собою і тому не можуть істотно підвищити стійкість виробки і перешкодити зміцненню її контуру. При достатній щільності анкерування ці зони перекриваються і навколо виробки утворюється суцільна зона зі зміцнених порід. При подальшому збільшенні щільності анкерування ефективність роботи анкерів буде все менш значною, що й отримано в результаті моделювання.

Ступінь ефективності зміцнення порід в залежності від щільності анкерування можна також оцінити за коефіцієнтом зміцнення порід. Коефіцієнт зміцнення порід при щільності анкерування $0,7 - 2,5$ анк./м² змінюється в межах: для скельних порід – $1,11 - 1,49$; для пластичних порід – $1,07 - 1,46$; для вуглевміщуючих порід – $1,15 - 1,91$. Як видно ефективність анкерування вуглевміщуючих порід вище, ніж пластичних і скельних.

Раціональна довжина анкера знаходиться в межах $2,6-3,0$ м [1, 2, 5-7], що підтверджується натурними експериментами. Масив навколо виробки під впливом зовнішніх факторів (наприклад, очисних робіт) піддається додатковим руйнуванням. При цьому найбільш чутливими є породи приконтурної зони в межах $1 - 1,5$ м від контуру виробки. У зв'язку з цим, довжина анкера, повинна перекривати зону, активних розшарувань порід навколо контуру виробки.

При довжині анкера 1 м навколо виробки утворюється тріщина, що практично повторює контур виробки на глибині $1,1 - 1,25$ м. При довжині анкера менше 2 м з'являються тріщини навколо виробки на відстані, що перевищує довжину анкера, а також утворюються площини ковзання, що призводять до різкого зниження несучої здатності кріплення. При моделюванні, коли анкери мають довжину більше $2,3$ м і закріплюються в зоні масиву більшої міцності, поява тріщин не відзначалась [1]. У цьому випадку забезпечується ефективна робота анкерів.

Аналіз даних досліджень ступеня натягу анкерів показує, що натяг анкерів сприяє не стільки збільшенню несучої здатності порід, що скріплюються ними, скільки збереженню наявної. При цьому попередній натяг істотно не впливає на розподіл напружень у масиві порід навколо виробки. Це підтверджено результатами експериментів, виконаних на моделях методом фотопружності та методом еквівалентних матеріалів. Фактична величина попереднього натягу в анкерах повинна бути менше мінімального критичного навантаження на 30% . Це дозволяє зробити висновок про те, що попередній натяг $30 - 50$ кН є достатнім.

Параметри анкерування (щільність анкерування, довжина анкера, натяг) в остаточному підсумку визначаються параметрами зони непружних деформацій, або зоною підвищеної тріщинуватості, що з'являється навколо виробки.

Традиційна технологія підтримки виробок рамним (арковим) кріпленням практично вичерпала свої технічні та технологічні можливості. Досвід ведучих вуглевидобувних країн світу показує, що анкерні системи є високоефективним і надійним засобом охорони виробок. Анкерне кріплення органічно вписується в сучасні технології ведення гірничих робіт і дозволяє максимально реалізувати

технічні можливості прохідницької та видобувної техніки. Його застосування на вугільних шахтах при відповідному технічному й організаційному забезпеченні дозволить досягти якісно нового рівня в вирішенні ряду технічних, соціальних, екологічних та економічних проблем.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Терещук Р.Н. Крепление капитальных наклонных выработок анкерной крепью : монография / Р.Н. Терещук. – Д.: НГУ, 2013. – 150 с.
2. Tereshchuk R.M. Parameters of anchoring systems for fastening of inclined workings / R.M. Tereshchuk, O.V. Chahovets // Зб. наук. пр. НГУ. – Д.: Національний ТУ «Дніпровська політехніка», 2019. – №59. – С. 119–129.
3. Паульс І.М. Обґрунтування раціональної щільності встановлення анкерів / І.М. Паульс, Р.М. Терещук, А.М. Пленник // Перспективи розвитку будівельних технологій : 13-та міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів (18-19 квіт. 2019 р., м. Дніпро) : доповіді / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». – Д., 2019. – С. 53–57.
4. Терещук Р.М. Визначення раціональної щільності встановлення анкерів / Р.М. Терещук, О.В. Чаговець, А.М. Пленник // II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Новітні технології в освіті, науці та виробництві», (16 квітня 2020 р., м. Покровськ) : доповіді / Навчально-науковий Індустріальний інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». – Покровськ, 2020. – С. 273–278.
5. 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.
6. Дараган Т.В. Обґрунтування раціональної довжини анкерів / Т.В. Дараган, Р.М. Терещук, Т.І. Жадленко // Перспективи розвитку будівельних технологій : 13-та міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів (18-19 квіт. 2019 р., м. Дніпро) : доповіді / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». – Д., 2019. – С. 45–49.
7. Чаговець О.В. Визначення раціональної довжини анкера / О.В. Чаговець, Р.М. Терещук, А.М. Пленник // Перспективи розвитку будівельних технологій : 14-та міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів (24 квітня 2020 р., м. Дніпро) : доповіді / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». – Д., 2020. – С. 125–129.