

УДК 622.281.742:28.044.5

В.В. Лапко,
В.В. Фомичов, канд. техн. наук, доц.

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: vvlapko@mail.ru

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КАНАТНИХ АНКЕРІВ ПРИ ПІДТРИМАННІ ВІЙМКОВИХ ВИРОБОК НА ШАХТАХ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

V.V. Lapko,
V.V. Fomychov, Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: vvlapko@mail.ru

PECULIARITIES OF ROPE BOLTS USAGE DURING MAINTENANCE OF STOPES IN MINES OF WESTERN DONBASS

Мета. Встановити доцільність та межу використання канатних анкерів як елементів комбінованої охоронної системи при використанні її у складних гірничо-геологічних умовах шахт України. Виконати аналіз особливостей конструкцій сучасних канатних анкерів, що надають можливість забезпечити стійкий стан широких виробок.

Методика. Проведений структурний аналіз конструктивних особливостей канатних анкерів та їх впливу на стан перерізу широких виробок у різних геологічних умовах. Розглянуті технологічні особливості різних видів анкерного кріплення при їх використанні в комбінованій охоронній системі. Проведений розрахунковий експеримент зі встановлення закономірностей впливу технологічних характеристик анкерного кріплення на забезпечення стійкості приконтурного гірського масиву в позамежному стані.

Результати. Виконані дослідження вказують на необхідність використання дворівневої схеми анкерного кріплення, що забезпечує оптимальну кількість встановлених анкерів при забезпеченні експлуатаційних характеристик виїмкових виробок на весь термін їх використання. Виявлені якісні й кількісні показники зміни поля деформацій у залежності від розміру опорної шайби й попереднього натягу анкера.

Наукова новизна. Визначені критичні параметри конструкції при використанні канатних анкерів для забезпечення найбільш вдалої схеми охорони виїмкових виробок, що надають можливість підвищити темпи проведення виробок та зменшити металоємкість комбінованого кріплення.

Практична значимість. Зниження собівартості робіт при забезпеченні експлуатаційних характеристик виробок з використанням комбінованого кріплення. Уніфікація застосування канатних анкерів у різних геологічних умовах шахт Західного Донбасу.

Ключові слова: *слабометаморфізована порода, комбінована охоронна система, анкерне кріплення, закріплення каната, підготовча виробка, натяг анкера*

Проблема та її зв'язок із науковими й практичними завданнями. На гірничих підприємствах, що відпрацьовують вугільні пласти у слабометаморфізованих породах, спостерігається прояв більшої абсолютної величини гірського тиску. Зміщення контуру виробок сягає десятків сантиметрів, при цьому руйнується затяжка та металеве аркове кріплення зі спецпрофілю. При недостатній несучій здатності кріплення, зміщення порід мають, практично, безперервний характер. У результаті вищенаведеного отримуємо неможливе безремонтне підтримання виробок. Відсутність належних заходів боротьби проти здимання підшви викликає необхідність періодичної підривки. На деяких шахтах ПАТ „ДТЕК Павлоградвугілля“ кількість підривань підшви виробок за термін існування сягає 5–10. Унаслідок троекратних підривань кріплення, за рахунок зведення стояків до центру виробки, деформується настільки, що це призводить до необхідності абсолютного перекріплення з верхнім і нижнім підриванням. На окремих ділянках магістральних виробок шахт „Ім. Героїв Космосу“ і „Західно-Донбаська“ перекріплення проводилося три рази. Особливо тяжкі умови підтримання виробок спостері-

гаються на глибинах розробки $H=400\text{...}600$ м. Надзвичайно актуально стає проблема боротьби зі здиманням порід підшви: частка витрат на підтримання виробок досягає 15% собівартості видобутку вугілля, а 45% усіх виробок, що вимагають ремонтно-відбудовчих робіт, обумовлені проявом здимання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для родовищ із слабометаморфізованими породами характерна наявність факторів, що ослаблюють їх міцність, котра, у свою чергу, знижується в зонах природної та техногенної порушеності під дією вологи й атмосферних впливів. Цьому сприяють великі водопливи з вугільних пластів, що мають виходи на водонесні горизонти. У слабометаморфізованих породах виявляється велика кількість монтморилоніту, що вказує на їх схильність до набухання [1]. Особливістю є й більш висока міцність вугілля в порівнянні із вм'яшуваними породами. Пласти вугілля на контурі відслонення досить часто більш стійкі, ніж бічні породи. Аналіз гідрогеологічних умов Західного Донбасу показує, що кількість обводнених пластів у межах шахтних полів становить 30%, частково обводнених – 20% і 50% пластів, що не мають безпосереднього зв'язку з водоносними горизонтами.

При наближенні очисних робіт підготовчі виробки поступово попадають до зони опорного тиску, завдяки чому в покрівлі штреку розвиваються непружні деформації, що можуть надалі поширюватися на більшу частину периметра виробки. У покрівлі спостерігається розвиток тріщин і розшарувань порід, що згасають углиб масиву. Деформації масиву навколо виробки починають змінюватися під дією опорного тиску, який, у свою чергу, збільшується, і відображають закономірності його розподілу у просторі перед лавою. Чим ближче до фронту очисних робіт, тим більше проявляється асиметричність у розподілі напружень, що викликані осіданням порід у лаві. Ця асиметричність перед лавою обумовлена поворотом головних площадок тензора напружень у горизонтальній і вертикальній площинах, що може бути виявлено одним з методів чисельного моделювання просторового розподілу напружень навколо лави [2].

Встановлено, що вертикальна компонента тензора напружень, як правило, відхиляється вбік недоторканого масиву, а радіальна та тангенціальна компоненти напружень синхронно повертаються, відслідковуючи зміну крайової частини очисної виробки. Крім повороту головних площадок, напруження значно змінюються: вертикальна компонента зростає в міру наближення лави у 2–3 і більше разів, а бічні напруження не зазнають істотних змін.

Що стосується кріплення підготовчих виробок, то найбільше поширення (до 89%) одержало металеве піддатливе триланкове кріплення (КМП-А3), шатровий різновид якої (КШПУ) у ПАТ „ДТЕК Павлоградвугілля“ використовується до 82,7% від загального обсягу металевих кріплень [3]. У роботі [4] наведені конструкції кріплень, адаптовані до складних гірничо-геологічних умов саме Західного Донбасу. Але типова конструкція триланкового аркового кріплення, що, практично, повсюдно застосовується в підготовчих виробках, не може забезпечити в умовах асиметричного навантаження заданий режим піддатливості, що призводить до передчасного жорсткого режиму роботи, деформацій і відмов конструкції.

Істотно поліпшити технічні й економічні показники роботи шахт, а також стан гірничих виробок, можна шляхом застосування анкерного кріплення [5]. Закордонні шахти поступово й системно збільшують обсяги застосування анкерного кріплення. Це дозволяє у 5–10 разів зменшити витрати металопрокату, бетону, лісу; у 3–5 разів підвищити продуктивність робіт при кріпленні виробок; у 2–3 рази підвищити темпи проходки; удвічі скоротити витрати на підтримку кріплення в робочому стані в період експлуатації [6].

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Одним із шляхів подолання такої ситуації є вивчення геомеханіки канатного анкерного кріплення, як складової частини комбінованої охоронної системи, а також встановлення механізмів його роботи та умов безпечного та надійного застосування.

При проведенні обчислювальних експериментів основною проблемою є вибір адекватної фізичної моделі, на основі якої виконуються розрахунки. Складні

розрахункові моделі, що складаються з великої кількості різноманітних об'єктів, вимагають від дослідника визначення умов взаємодії цих об'єктів.

Постановка завдань. На сучасному рівні вітчизняної інтенсифікації гірничих робіт стає край необхідним збільшення поперечного перерізу підготовчих виробок, що забезпечить постачання необхідної кількості повітря до очисного вибою. Але, разом з тим, з'являються нові завдання, пов'язані з анкерним кріпленням. Одним із таких завдань є вибір схем закладання анкерів у приконтурному масиві широких виробок (більше 4 м), їх сполучень і визначення параметрів кріплення.

Виклад основного матеріалу дослідження. У країнах з розвиненим вуглевидобутком область застосування канатних анкерів визначається співвідношенням висоти виробки й довжини анкерів, а також ураховується рівень обладнання, що використовується для буріння шпурів, швидкість та технологічність зведення кріплення.

Буріння шпурів дозволяє використання стичних сталеполімерних анкерів та, у свою чергу, знижує швидкість буріння й збільшує витрати на поліефірну смолу. Крім цього, треба враховувати перерви у процесі досилки ампул стичним анкером, а при використанні канатних анкерів – цей процес безперервний. При використанні канатних анкерів знижуються витрати поліефірної смоли та, відповідно, вартість закріплення поліефірною смолою – на 25–35% [7].

Перевага для використання канатних анкерів надається ще й тому, що у випадку розриву стичні анкери не мають остаточної міцності, проте канатний анкер розривається по окремим сталкам.

Ураховуючи вищевказані фактори, при перевищенні глибини анкерування висоти виробки пріоритет надається канатним анкерам. При цьому канатні анкери застосовують для кріплення: монтажних і демонтажних камер; виробок на границі з виробленням простором; виробок для повторного використання; сполучень виробок; сполучень виробок з очисним вибоєм; виробок з нестійкою покрівлею більше 3–4 м.

Спеціальні технологічні заходи дозволяють закріплювати канатні анкери у стійкій частині масиву за рамним або бетонним кріпленням крізь порушену зону порід потужністю 2–5 м.

Розглянемо будову канатних анкерів. В якості вантажонесучої основи канатних анкерів широко використовують семидротові арматурні канати К-7 (рис. 1).

Для з'єднання каната 4 (рис. 1) з опорними елементами використовується з'єднувальна муфта 1. Відомо декілька клинових способів закріплення муфти на канаті.

Перший типовий спосіб – це закріплення каната в муфті цанговими клинами, розміщеними на зовнішній поверхні каната. Такий спосіб використовується в будівельній індустрії різних країн світу та вугільній промисловості США й Великобританії.

Другий спосіб [8] закріплює канат у муфті (рис. 2) за допомогою клинової втулки, розміщеної на центральній сталці. Цей спосіб найбільш економічний і простий у порівнянні з першим, тому що не

Таблиця

Технічна характеристика канатних анкерів

| № | Показники | Одиниця виміру | Нормоване значення |
|-----------------------|---|-------------------|--|
| Канат | | | |
| 1 | Діаметр каната | мм | 15,2 |
| 2 | Діаметр центрального дроту каната | мм | 5,2 |
| 3 | Діаметр зовнішнього дроту каната | мм | 5,0 |
| 4 | Розривне зусилля каната | кН | 232 |
| 5 | Зусилля за умовної границі плинності | кН | 197 |
| 6 | Тимчасовий опір розриву | Н/мм ² | 1670 |
| Шнек дротовий | | | |
| 7 | Мінімальна кількість локальних розширень канатного анкера | шт. | 3 |
| 8 | Відстань між локальними розширеннями | мм | 380 |
| 9 | Діаметр дроту шнеку | мм | 3-5 |
| Спіраль опорна | | | |
| 10 | Кількість витків спіралі | | 1,3-1,5 |
| 11 | Крок спіралі головки анкера | мм | 14-19 |
| 12 | Зовнішній діаметр спіралі опорної для шпурів Ø 25; 27; 30 | мм | 23 ^{+0,5} ; 25 ^{+0,5} ; 27 ^{+0,5} |
| З'єднувальна муфта | | | |
| 13 | Діаметр клинової втулки | мм | 11,8- _{0,1} |
| 14 | Зовнішня різь | | Трап 40x3 |
| 15 | Внутрішня різь | | M27 |
| 16 | Довжина | мм | 120 |
| 17 | Діаметр шпuru | мм | 25-30 |
| Закріплюючий матеріал | | | |
| 18 | Полефірна смола в ампулах | | АП |
| 19 | Мінеральна композиція в ампулах | | АМК |
| 20 | Довжина закріплення | мм | 900-1500 |
| 21 | Міцність на стиск полефірної смоли | МПа | 80-85 |
| 22 | Міцність на стиск мінеральної композиції | МПа | 50-80 |
| 23 | Термін служби, не менше | років | 15 |

вимагає шліфування контактних кінцевих поверхонь цангових клинів і муфти. Також цей спосіб дозволяє, при встановленні анкера, створювати попередній розпір за допомогою різьбової пари на поверхні муфти.

Опорна гайка може бути розміщена на зовнішній поверхні муфти або на шпильці, що вкручена в осьовий отвір муфти.

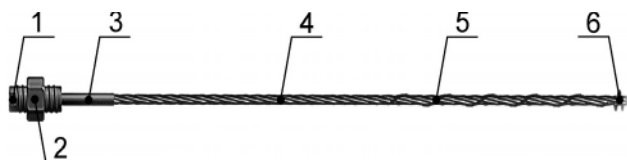


Рис. 1. Канатний анкер: 1 – болт (з'єднувальна муфта); 2 – гайка; 3 – трубка жорсткості; 4 – канат; 5 – шнек дротовий з лівою звивкою; 6 – спіраль опорна (звинт)

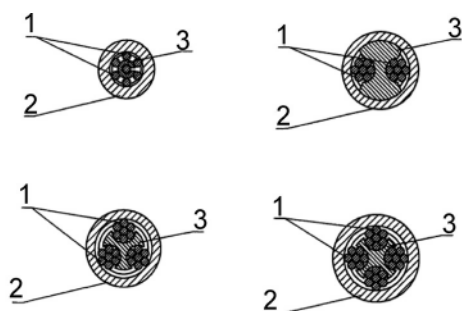


Рис. 2. Форми клинів для закріплення каната: 1 – канат; 2 – муфта з'єднувальна; 3 – втулка клинова

У третьому способі багатожильний канат стандартної конструкції закріплюється в осьовому отворі муфти з кінцевим уступом кульками в обоймі. Вони також виконують функцію клинів на контакті кінцевої поверхні муфти з пасмами каната. Цей варіант передбачає використання багатодротових канатів, що вже були у вживанні. Такі канати закріплюються, як правило, мінеральними композиціями нагнітальним способом.

На шахтах Росії й України пройшли експлуатаційні випробування та успішно застосовуються канатні анкери, розроблені Інститутом вугілля й вуглекислоти Сибірського відділення Російської академії наук (ІВВ СВ РАН), що мають наступні технічні характеристики (таблиця).

Максимальна несуча здатність канатного анкера, що виготовлений на базі стандартного арматурного каната, залежить від довжини замурування каната в масиві. У свою чергу, критична довжина замурування визначається на основі максимальної несучої здатності з урахуванням запасу міцності анкера й будови приконтурного масиву [9]. Однак, при проектуванні кріплення довжину замурування необхідно визначати, урахувавши блочну будову приконтурного масиву та розмір блоків.

Розрахунок моделі взаємодії рамно-анкерного кріплення та приконтурного гірського масиву для умов пластової виробки шахти „Ювілейна“ показав, що розподіл напружень в анкерах та прилеглих до них порід, певною мірою, залежить від поточних гірничотехнічних умов.

У наведеному зображенні (рис. 3) бачимо, що механізм роботи анкерів навіть у межах однієї розрахункової моделі може значно відрізнятися. У верхній частині анкера затискаються більш міцним алевролітом, а розподіл напружень у нижній частині анкерів обумовлюється не тільки характеристиками міцності навколишніх менш міцних аргілітів, але й їх місцем розташування. Віддалений від центрального анкер, на відміну від інших анкерів, сприймає значні напруження в безпосередньо прилеглий до контуру виробки зоні. Така картина нехарактерна та викликана конкретною комбінацією розташування анкерів і гірничо-геологічних характеристик гірського масиву.

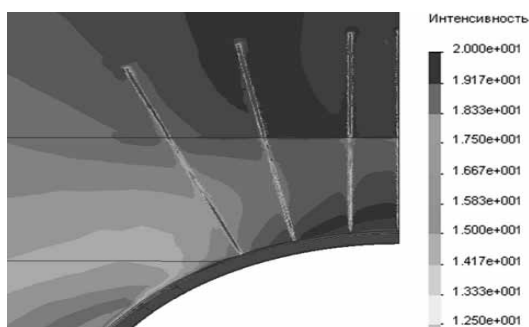


Рис. 3. Фрагмент епюри наведених напружень рамно-анкерного кріплення та прилеглого гірничого масиву

У ході проведення ряду розрахунків стало актуальним питання щодо впливу на їх результат характеристик моделі анкера [10]. Тому був проведений обчислювальний експеримент для аналізу впливу на розподіл напружень у гірській породі двох параметрів анкерного кріплення – ступеня натягу анкера й величини площі опорної шайби. Задача розв’язана у пружно-пластичній постановці для 25 комбінацій змінних величин.

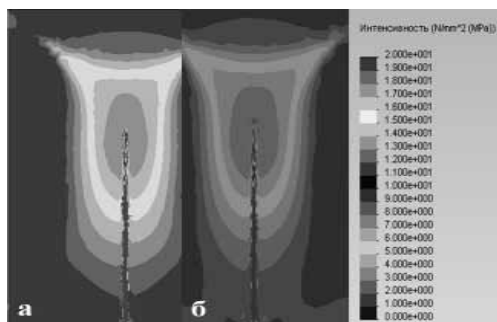


Рис. 4. Епюри наведених напружень у породному блоці при мінімальному (а) і при максимальному (б) діаметрі опорної шайби

На рис. 4 представлені найбільш характерні епюри наведених напружень, отриманих при відсутності попереднього натягу анкера. Порівняння цих епюр показує характер зміни напружено-деформованого стану гірської породи.

Для варіанту з найменшою площею опорної шайби (рис. 4, а) було отримано розподіл напружень, що якісно й кількісно поступається результатам, отриманим при розрахунку породного блоку без анкера. Це єдиний результат розрахунків, що показав негативну динаміку в розподілі напружень щодо еталону. Його легко пояснити – негативний вплив шпурів на міцність породного блоку не компенсується встановленням анкера через малі контактні зусилля, задані при постановці обчислювального експерименту.

З іншого боку, зростання розміру площі опорної шайби у два рази якісно змінює картину розподілу напружень (рис. 4, б) не тільки в нижній частині прольоту породного блоку, але й у його центральній частині, охоплюючи зону до 85% від загальної висоти блоку. При цьому кількісні показники напружено-деформованого стану залишаються в межах еталона.

При аналізі всього діапазону розрахунків була виявлена наступна особливість залежності повних переміщень у системі від величини площі опорної шайби анкера – до переходу в граничний стан, відхилення значень максимальних переміщень від еталонного становили не більше 5%, що порівняно з обчислювальною похибкою, а після переходу в поза межний стан відхилення збільшувалися на порядок і склали від 25 до 55%, залежно від величини первинного натягу анкера.

Висновки та перспективи подальшого розвитку.

При моделюванні взаємодії анкера зі слабометаморфізованими породами результати вказують на підвищення міцності системи „анкер–породний блок“ відносно звичайного породного блоку, при переході її елементів у поза межний стан. Величина попереднього натягу анкера є основним показником, від якого залежать переміщення у прольотній частині моделі породного блоку. У свою чергу, зміна розміру опорної шайби анкера значно впливає на величину та розподіл напружень у гірській породі тільки за попереднього натягу анкера.

Для забезпечення стійкого стану широких виробок і їх сполучень на весь період експлуатації найбільш доцільним є застосування дворівневої схеми анкерного кріплення, де крім анкерів, довжиною до 3 м (I рівень), використовуються анкери глибокого закладання (II рівень). Анкери другого рівня закріплюються у стійких породах покрівлі – за межами зведення природної рівноваги з урахуванням ослаблення й деформації боків виробок. При цьому нестійкі породи покрівлі скріплюються анкерами першого рівня та „підвішуються“ на анкерах другого рівня до стійких порід покрівлі за межами зведення природної рівноваги.

Однак, при освоєнні технології застосування канатних анкерів залишаються недостатньо вивченими вплив особливостей слабометаморфізованих порід на методи розрахунку їх параметрів, технологічний регламент, технологічні параметри, що залежать від способу закріплення й застосування закріплюючого матеріалу. Для цього необхідний подальший розвиток проектування й розрахунку раціонального кріплення для конкретних умов.

Список літератури / References

1. Reid-Soukup, D.A. and Ulery, A.L. (2002), “Smectites”, Dixon J.B., Schulze D.G. (Ed.) *Soil Mineralogy with Environmental Application*, Madison, Wisconsin, USA, pp. 467–499.
2. Шашенко А.Н. Геомеханические процессы в породных массивах: монография / А.Н. Шашенко, Т. Майхерчик, Е.А. Сдвижкова. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2005. – 319 с.
Shashenko, A.N., Maykherchik, T. and Sdvizhкова, Ye.A. (2005), *Geomechanicheskie protsesy v porodnykh massivakh* [Geomechanical Processes in Rock Massifs], National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine.
3. Егоров С.И. Обобщение опыта крепления и охраны подготовительных выработок / С.И. Егоров, Ю.М. Халимендик, Э.П. Курченко // Уголь Украины. – 2002. – № 5. – С. 19–21.

Yegorov, S.I., Khalimendik, Yu.M. and Kurchenko, E.P. (2002), "Generalization of development workings support and protection", *Ugol Ukrainy*, no. 5, pp. 19–21.

4. Кириченко В.Я. Рамные крепи для широкого спектра горно-геологических условий современных шахт: межд. научн.-практ. конф. „Школа подземной разработки“ / В.Я. Кириченко, С.П. Иванов, В.В. Гладнев – г. Днепропетровск: НГУ, 2007. – С. 151–154.

Kirichenko, V.Ya., Ivanov, S.P. and Gladnev, V.V. (2007), "Frame supports for wide spectrum of mining-geological conditions of modern mines", *Proc. of the International scientific conference "School of Mining Underground"*, National Mining University, Dnepropetrovsk, pp. 151–154.

5. Контроль состояния горных выработок с анкерной крепью / В.В. Виноградов, А.П. Круковский, Л.Г. Адорская, В.А. Хворостян // Геотехническая механика. – 2006. – № 64. – С. 246–252.

Vinogradov, V.V., Krukovskiy, A.P., Adorskaya, L.G. and Khvorostyan, V.A. (2006), "Monitoring the status of the workings where the anchor underground support is implemented", *Geotekhnicheskaya mekhanika*, no. 64, pp. 246–252.

6. Касьян Н.Н. О перспективах применения анкерной крепи на угольных шахтах Донбасса / Н.Н. Касьян, Ю.А. Петренко, А.О. Новиков // Наукові праці ДонНТУ. Серія „Гірничо-геологічна“. – 2009. – Вип. 10 (151). – С. 109–115.

Kasyan, N.N., Petrenko, Yu.A. and Novikov, A.O. (2009), "About prospects of bolt support application in coal mines of Donbass", *Naukovi pratsi Donetskogo Natsionalnoho tekhnicheskoho universytetu*, no. 10 (151), pp. 109–115.

7. Совершенствование способов и средств крепления сопряжений очистных забоев с примыкающими выработками / [А.В. Ремезов, В.Г. Харитонов, А.И. Жаров и др.] – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2003. – 167 с.

Remezov, A.V., Kharitonov, V.G. and Zharov, A.I. (2003), *Sovershenstvovanie sposobov i sredstv krepneniya sopryazheniy ochistnykh zaboev s primykayushchimi vyrabotkami* [Improvement of Methods and Means for Supporting Stopes Abutment with Nearby Mine Workings], Kuzbassvuzizdat, Kemerovo, Russia.

8. Hyett, A.J. Bawden, W.F., Powers, R. and Rocque P. (1993), "The Nutcase Cable Bolt", *Paper in Innovative Mine Design for the 21st Century*, Proceedings of the International Congress on Mine Design, Kingston, ON, August 23–26, 1993, Balkema, pp. 409–419.

9. Фомичев В.В. Предпосылки построения расчетных моделей рамно-анкерной крепи с учетом нелинейных характеристик поведения физических сред / В.В. Фомичев // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 4. – С. 54–58.

Fomychov, V.V. (2012), "Bases for frame-bolt support calculation model plotting considering non-linear characteristics of physical media behavior", *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no. 4, pp. 54–58.

10. Kovalevska, I., Vivcharenko, O. and Fomychov, V. (2011) "Optimization of frame-bolt support in the development workings, using computer modeling method", *Proceedings of XXII World mining congress & Expo*, Vol.1, September 11–16, 2011, Istanbul, pp. 267–278.

Цель. Установить целесообразность и границы использования канатных анкеров как элементов комбинированной охранной системы при использовании ее в сложных горно-геологических условиях шахт Украины. Выполнить анализ особенностей конструкций современных канатных анкеров, которые предоставляют возможность обеспечить устойчивое состояние широких выработок.

Методика. Проведен структурный анализ конструктивных особенностей канатных анкеров и их влияния на состояние сечения широких выработок в разных геологических условиях. Рассмотрены технологические особенности разных видов анкерного крепления при их использовании в комбинированной охранной системе. Проведен вычислительный эксперимент по установлению закономерностей влияния технологических характеристик анкеров на обеспечение устойчивости приконтурного горного массива в запредельном состоянии.

Результаты. Выполненные исследования указывают на необходимость использования двухуровневой схемы анкерного крепления, которая обеспечивает оптимальное количество установленных анкеров при обеспечении эксплуатационных характеристик выемочных выработок на весь срок их использования. Выявлены качественные и количественные показатели изменения поля деформаций в зависимости от размера опорной шайбы и натяжения анкера.

Научная новизна. Определены критические параметры конструкции при использовании канатных анкеров для обеспечения наиболее удачной схемы охраны выемочных выработок, которые предоставляют возможность повысить темпы проведения выработок и уменьшить металлоемкость комбинированной крепи.

Практическая значимость. Снижение себестоимости работ при обеспечении эксплуатационных характеристик выработок с использованием комбинированной крепи. Унификация применения канатных анкеров в разных геологических условиях шахт Западного Донбасса.

Ключевые слова: слабометаморфизованная порода, комбинированная охранный система, анкерная крепь, закрепление каната, подготовительная выработка, натяжение анкера

Purpose. To establish expediency and implementation boundaries of rope bolts usage as the elements of combined safety system during its usage in complex mining-geological conditions of Ukrainian mines. To conduct an analysis of modern rope bolts structures providing the possibility of maintenance of stable state of wide mine workings.

Methodology. We have carried out the analysis of construction peculiarities of rope bolts and their influence on wide workings state under various geological conditions. Technological features of bolt support various types during their usage in combined safety system have been considered. Computational experiment has been conducted to establish laws of bolts technological characteristics influence on near-the-contour rock massif stability provision in over-the-limit state.

Findings. Implemented studies point out at the necessity of two-level scheme of bolt support implementation that will provide optimal quantity of installed bolts during provision of stope exploitation characteristics for all term of its usage. Qualitative and quantitative indices of strain field change were detected depending on back-up plate dimensions and bolt strain.

Originality. Critical parameters of the construction have been defined during rope bolts usage for provision of the most successful scheme for stope protection that present the possibility to increase rates of mine workings drivage and decrease metal content of combined support.

Practical value. Decrease of the operations prime cost during provision of mine workings exploitation characteristics using combined support. Unification of rope bolts implementation under various geological conditions at Western Donbass mines.

Keywords: *low-metamorphosed rock, combined safety system, bolt support, rope fastening, development working, bolt strain*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.І. Бондаренком. Дата надходження рукопису 11.03.13.

УДК 622.831

В.Ю. Медяник¹, канд. техн. наук, доц.,
А.П. Болотов²

1 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: medyanikv@nmu.org.ua
2 – Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина, e-mail: dgtu_bolotov@mail.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ШАГА ПЕРВИЧНОЙ ПОСАДКИ ТРУДНООБРУШАЕМОЙ КРОВЛИ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОЛОГОНАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ АНТРАЦИТА ГЛУБОКИМИ ШАХТАМИ

V.Yu. Medyanyk¹, Cand. Sci. (Tech.), Associate Prof.,
O.P. Bolotov²

1 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: medyanikv@nmu.org.ua
2 – Donbass State Technical University, Alchevsk, Ukraine, e-mail: dgtu_bolotov@mail.ru

PREDICTION OF SPACING OF PRIMARY ROOF CAVING OF HARD ROOF AT DEVELOPMENT OF GENTLY DIPPING ANTHRACITE BEDS IN DEEP MINES

Цель. На базе мониторинга натурных данных установить эмпирические связи между шагом первичной посадки кровли и характеризующими его основными факторами при отработке тонких и средней мощности пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами.

Методика. Установление прогнозируемых величин производилось с использованием методов математической статистики.

Результаты. Для условий отработки тонких и средней мощности пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами Украинского Донбасса определены преобладающие типы рассматриваемых массивов, зависящие от их структурно-прочностных свойств. Получены эмпирические зависимости шага первичной посадки кровли от совокупности основных факторов, влияющих на его величину. Апробация результатов работы осуществлена в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях шахт „Им. Ф.Э. Дзержинского“, „Им. Космонавтов“ (ГП „Ровенькиантрацит“) и „Должанская-Капитальная“ (ГП „Свердловантрацит“).

Научная новизна. Установлен показатель, учитывающий отношение пределов прочности непосредственной и основной кровель к их высоте, который позволил повысить достоверность определяемых величин обрушений для рассматриваемых в данной работе условий.

Практическая значимость. Полученные зависимости с достаточной для практического применения точностью представляется возможным использовать для определения величин предельных пролетов обрушений кровель в выработанном пространстве, что позволит разрабатывать мероприятия, способствующие локализации интенсивности оседания массива горных пород и обеспечению работы очистного забоя без аварийных остановок в рассматриваемых условиях.

Ключевые слова: *лава, труднообрушаемая кровля, прочность пород, первичная посадка, прогнозирование*

Постановка проблемы. Одним из основных параметров, влияющих на интенсивность проявлений

горного давления в длинной лаве, является шаг первичной посадки массива кровли. Установление этой величины в условиях отработки пластов, кровли которых состоят из нижнего легкообрушаемого слоя