**Гайко Геннадій Іванович. Наукове обґрунтування ресурсозберігаючих способів управління напруженим станом сталевого рамного кріплення гірничих виробок : Дис... д-ра наук: 05.15.04 – 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Гайко Г.І. Наукове обґрунтування ресурсозберігаючих способів управління напруженим станом сталевого рамного кріплення гірничих виробок. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.04 - “Шахтне та підземне будівництво”. Національний гірничий університет Міністерства освіти і науки України, Дніпропетровськ, 2004.  Дисертація присвячена питанням надійного та економічного кріплення гірничих виробок на основі забезпечення відповідності між напруженим станом кріплення і запасом міцності та деформаційної спроможності його вузлів і несучих елементів.  У роботі надано обґрунтування механізму формування активного навантаження на кріплення в умовах високого та середнього метаморфізму; установлено закономірності напруженого стану кріплення, які ураховують розмір ділянки активного навантаження, кут залягання вміщуючих порід, параметри реактивного опору; виявлено особливості деформаційних процесів у покрівлі підготовчої виробки при русі фронту очисних робіт та їх вплив на кріплення штреку. Це дозволило обґрунтувати й розробити нові конструкції та технологічні способи управління напруженим станом кріплення, які забезпечують підвищення стійкості гірничих виробок, зниження матеріальних і трудових витрат на їх підтримання. | |
| |  | | --- | | Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, у якій надано теоретичне узагальнення й нове рішення актуальної наукової проблеми надійного й економічного кріплення гірничих виробок, що полягає в забезпеченні відповідності між напруженим станом рамного кріплення і запасом міцності (деформаційної спроможності) його вузлів та несучих елементів. У роботі надано обґрунтування механізму формування активного навантаження на кріплення в умовах високого та середнього метаморфізму; установлено закономірності напруженого стану кріплення, які ураховують розмір ділянки активного навантаження, кут залягання вміщуючих порід, параметри реактивного опору; виявлено особливості деформаційних процесів у покрівлі підготовчої виробки при русі фронту очисних робіт та їх вплив на стан кріплення штреку. Це дозволило обґрунтувати й розробити нові конструкції та технологічні способи управління напруженим станом кріплення, які забезпечують підвищення стійкості гірничих виробок, зниження матеріальних і трудових витрат на їх підтримання.  Основні наукові й практичні результати роботи полягають у наступному:  1. Обґрунтовані принципи оптимізації сталевого рамного кріплення, які передбачають забезпечення рівного запасу міцності та деформаційної спроможності вузлів і несучих елементів конструкції, причому коефіцієнт запасу міцності повинен знаходитися в інтервалі 1-1,3, а коефіцієнт деформаційної спроможності – бути не менше 1. Управління напруженим станом сталевого рамного кріплення зумовлено величиною відхилення максимальних напружень від їх середніх значень, яка прямо пропорційна куту залягання вміщуючих порід та обернено пропорційна розміру ділянки активного навантаження рами, причому напруження, що діють поблизу нормалі до напластування порід, виявляються в 1,5-2,3 рази більшими, ніж у двох інших небезпечних перерізах, що визначає різний запас міцності елементів по периметру рами.  2. Доказаний зв'язок параметрів навантаження та експлуатаційного стану кріплення зі ступенем (класами) метаморфізму вугілля та вміщуючих порід. Установлено, що в умовах середнього метаморфізму кутові розміри ділянки активного навантаження арочного кріплення складають – 0,66±0,16 рад., а для високого метаморфізму – 0,32±0,1 рад., причому в обох випадках імовірність всебічного активного навантаження конструкції складає менше 0,1, що дозволяє перейти до научно обгрунтованих розрахункових схем, які відображають реальні умови навантаження кріплення в умовах різного метаморфізму.  3. Виявлені характерні особливості піддатливої роботи кріплення в умовах асиметричного навантаження. Установлено, що нерівномірність розподілу вигінних моментів, які діють в вузлах піддатливості кріплення, зі збільшенням кута залягання порід на кожні 15 градусів подвоюється, причому зусилля проковзування елементів у більш напруженому вузлі виявляються більшими на 18-20%, що пояснює механізм нерівномірних зміщень елементів кріплення й дозволяє оптимізувати піддатливий режим його роботи при різних кутах залягання порід.  4. Дана кількісна оцінка ефективності використання матеріалу рамного кріплення, яка виражена показником оптимальності конструкції Копт (0< Копт<1), що дорівнює інтегралу від відношення діючих та максимальних напружень по довжині рами. Визначено, що в типових конструкціях показник оптимальності не перебільшує значення 0,4 і діючі по периметру кріплення зусилля виявляються в середньому в 2,5 рази нижчими від максимальних (граничних). Доказана можливість збільшення показника Копт до величини 0,6-0,7 при вирівнюванні максимальних напружень у кожному з трьох небезпечних перерізів рами, що окреслює можливості способів зниження матеріаломісткості рамного кріплення.  5. Для умов середнього й високого метаморфізму виявлена суттєва нерівномірність розподілу напружень у перерізі профілю та по довжині периметра кріплення. Так напруження,, що діють в донній частині профіля опиняються на 10-20% вище, ніж на фланцах, і при вдосконаленні його конструкції необхідно підсилювати донну частину. Розмір найбільш небезпечної ділянки периметра кріплення, який визначає несучу спроможність конструкції, при симетричному навантаженні знаходиться в межах 1,2-1,8 м і потребує підсилення, а при асиметричному – більше 40% периметра кріплення з боку підняття порід має завищений запас міцності, що передбачає використання на цій ділянці полегшеного в 1,5-2 рази спецпрофілю.  6. Розроблена нова класифікація експлуатаційних станів сталевого рамного кріплення, в якій на основі запропонованої кількісної оцінки критеріїв працездатності виділені, окрім нормативного й аварійного, уточнені категорії недовантаженого та деформованого станів, що дозволило науково обґрунтувати нову методику обстежень кріплення, виявити помилки проектування першого і другого роду, забезпечити управління несучою спроможністю недовантаженого кріплення.  7. Обґрунтована концепція оцінки ризику виробника та споживача гірничопрохідницьких робіт на основі економічних наслідків реалізації проектних помилок першого (a) та другого (b) роду. Рівність “вартостей” помилок (a) та (b), яка забезпечує рівний ризик виробника та споживача гірничопрохідницьких робіт, визначається співвідношенням зайвої матеріаломісткості кріплення до матеріальних втрат за рахунок відказів конструкції та переривання функцій виробок і досягається при a=(2,2-2,6)b. Це положення лягло в основу способу підтримання гірничих виробок з резервуванням надійності кріплення.  8. Запропонована нова схема формування навантаження на арочне кріплення підготовчої виробки. Установлено, що розмір кута відхилення головного вектора навантаження визначають довжина консолі основної покрівлі, товщина покладу, ширина виробки й зони її охорони. Визначено, що головний вектор зовнішнього навантаження кріплення підготовчої виробки в умовах безціликової розробки пологих вугільних пластів відхиляється від вертикалі на кут до 10 градусів, а точка його прикладення зміщується по периметру рами в бік виробленого простору на кут 20-25 градусів, що дозволяє корегувати параметри підсилення кріплення в підготовчих виробках.  9. Розроблений спосіб управління зусиллями в несучих елементах сталевого рамного кріплення, який оснований на перерозподілі матеріалу та створенні попередніх напружень, що забезпечують у відповідності до характеру розподілу навантаження рівний запас міцності кожного елемента кріплення. Спосіб реалізований шляхом використання в конструкції профілів різної маси, а також елементів підсилення й попереднього напруження найбільш навантаженої ділянки рами, що дозволило знизити матеріаломісткість кріплення на 15-35% при збереженні її несучої здатності.  10. Запропонований спосіб створення попереднього напруження верхняка трапецієвидного кріплення при силовому розпорі рами. Для його здійснення на верхняку формують розвантажуючі консолі, на кінці яких передають зусилля від силового розпору піддатливих елементів стояків за допомогою домкратів, причому зусилля розпору фіксують затягуванням вузлів піддатливості. Спосіб дозволяє знизити максимальний вигинний момент у прямолінійному верхняку кріплення в 1,9-2 рази та забезпечити вирівнювання запасу міцності верхняка й піддатливих стояків.  11. Запропонований спосіб резервування надійності кріплення, згідно з яким початково виробку кріплять з запасом міцності, що перебільшує рівень очікуваного навантаження на величину несучої спроможності резервного (додаткового) кріплення, а після реалізації зміщень породного контуру, у випадку виявлення недовантаженого стану кріплення виконують зниження запасу міцності конструкції шляхом поетапного демонтажу резервного кріплення. Це забезпечує управління несучою спроможністю кріплення з мінімальним ризиком втрати стійкості виробки, що може бути ефективно використано в умовах високої функціональної відповідальності гірничих виробок.  12. Розроблена конструкція й параметри арочного кріплення спрямованої піддатливості, у якому вузли розміщені в площині, паралельній заляганню порід, центр верхняка розташований на нормалі до напластування, а стояки виконані різної довжини, яка визначається кутом залягання вміщуючих порід. Це дозволило вирівняти величини вигинних моментів у вузлах та оптимізувати піддатливий режим роботи кріплення в умовах асиметричного навантаження.  13. Розроблені конструкції трьохсегментного рамного кріплення спрямованої піддатливості, арочного піддатливого кріплення із спецпрофілів різної ваги, розпорного трапецієвидного кріплення, елементи підсилення небезпечних ділянок периметра, сталеві тонколистові затяжки й комбіновані міжрамні огорожі із поздовжніх стержнів і дротових матів було впроваджено в проектній та виробничій практиці, причому економічний ефект, отриманий за рахунок зниження матеріаломісткості кріплення, склав 450-500 грн. на 1 п.м спорудженої виробки, а зменшення трудомісткості гірничопрохідницьких робіт на 14-15 людино-годин. | |