

при опроміненні проби через матеріал кювети (дно) контрастність в ≈ 1.8 разів нижче, ніж при опроміненні безпосередньо матеріалу проби, що призводить до зростання похибки до 0.4-0.5% абс.;

величина похибки при визначенні вмісту значною мірою залежить від числа проведених вимірювань інтенсивності від проби.

Список літератури

1. Гмурман В.Е. Теорія ймовірностей та математична статистика, М.2002.- 480с.
2. Патент України №78353 «Спосіб визначення вмісту чорних та важких металів у порошкових пробах руд» / Азарян А. А., Василенко В. С., Лісовий Г.М., Василенко Є. С. , 2007 БІ №3.
3. Азарян А.А. Оперативний контроль за якістю мінеральної сировини / Азарян А.А., Вілкул Ю.Г., Колосов В.А. - М, Гірський журнал, 2005.- №5.-С.106-108.
4. Звіт з науково-дослідної роботи «Розробка геофізичних засобів оперативного контролю вмісту корисного компонента та ваги гірничої маси», Фонди КТУ № держреєстрації 00199u003291, 2000- С. 67-71.
5. Азарян В.А. Обґрунтування геометричних та технологічних параметрів системи оперативного контролю якості вихідної руди та продуктів збагачення / Азарян В.А., Трачук А.А.- Варна. -2007.-Стратегія якості у промисловості та освіті.- Т.1. -С. 487-491.
6. Монография под общей редакцией профессора А. Азаряна Оперативный контроль и управление качеством при добыче и переработке минерального сырья: / [А.А Азарян, В.А Азарян, В.В. Дрига, В.С.Моркун, А.А.Трачук и др.]- OKTAN PRINT s.r.o. 5. května 1323/9, Praha 4, 140 00 www.oktanprint.cz tel.: +420 770 626 166 jako svou 31. Publikací Vydání první, 2020.-500с.
7. Operational quality control of ferrous metal ores/ A.A. Azarian, V.A. Azarian, V.S. Morkun.-Lambert, 2022.-91p.
8. Повідомлення про розроблення першої редакції проєкту національного стандарту. Retrieved from <http://uas.org.ua/ua/messages/povidomlennya-pro-rozroblennya-pershoyi-redaktsiyi-proektu-natsionalnogo-standartu-740/>
9. Gmurman V.E. Guide to solving problems in probability theory and mathematical statistics. M., Higher School, 1979.- 400 p.
10. Instructions for the operation of the powder sample analyzer. TOV "Rudpromgeofizika": Kriviy Riga, 2018. - 22 p.

Рукопис подано до редакції 25.03.22

УДК 614.841.4: 621.867.2

І. А. ЄВСТРАТЕНКО, канд. техн. наук,

Державний воєнізований гірничорятувальний (аварійно-рятувальний) загін ДСНС України, Кривий Ріг

Д. М. ФЕДЬКО, гірничий інженер, Компанія «ІнПро», Україна

Л. І. ЄВСТРАТЕНКО, канд. техн. наук, Компанія «ІнПро», Україна

В. М. РЯСНИЙ, канд. техн. наук, с.н.с., Науково-дослідний інститут безпеки праці і екології в гірничорудній і металургійній промисловості

Криворізького національного університету (НДІБПГ КНУ), м. Кривий Ріг

С. М. ЧУХАРЄВ, В.В. ЗАЄЦЬ, кандидати техн. наук, доценти

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ КОНВЕЄРНОГО ТРАНСПОРТУ НА ГІРНИЧОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ: СТАН ТА ПОШУК РІШЕНЬ ЩОДО ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ

Мета. Проаналізувати стан протипожежного захисту одного з найбільш пожежонебезпечних об'єктів гірничорудного виробництва, а саме - конвеєрного транспорту. Визначити основні причини пожеж як на їх початковій стадії, так і на етапі розвитку. Розглянути вітчизняний та зарубіжний досвід, проведених попередніх експериментів та досліджень щодо визначення ефективності різних засобів пожежогасіння, засобів виявлення пожеж та оповіщення про них.

Методи дослідження. Обробка статистичних даних щодо причин пожеж, що мали місце в конвеєрних виробках (у тому числі в похилих стволах) шахт Криворізького залізорудного басейну та Марганецького ГЗК, а також на конвеєрних трактах об'єктів циклічно-поточної технології (ЦПТ) ГЗК.

Наукова новизна. Доопрацьовані «Вихідні технічні вимоги на проектування системи автоматичного пожежогасіння в похилих стволах, обладнаних стрічковими конвеєрами». Розроблені раціональні схеми пожежогасіння, з використанням найбільш ефективних засобів гасіння пожеж.

Практична значимість. Розглянуто важливість широкого використання конвеєрного транспорту на гірничорудних підприємствах України з відкритим та підземним способами видобутку корисних копалин. Проаналізовано місця високого пожежного навантаження та запропоновані дієві заходи щодо подальшого підвищення рівня протипожежного захисту цих об'єктів. Встановлено, що основними причинами виникнення пожеж на стрічкових конвеєрах є заштибовка привідних та натяжних барабанів, експлуатація пошкоджених стрічок та таких, які не відповідають діючим вимогам безпеки. Ще одна з причин - низький рівень технічного обслуговування конвеєрів.

Результати. На основі розгляду проблем та проведеного аналізу причин розвитку пожеж запропоновано закласти в робочі проекти найбільш сучасні, ефективні та надійні засоби пожежогасіння, зокрема на привідних станціях підземних стрічкових конвеєрів рекомендується встановлювати стаціонарні установки автоматичного водяного пожежогасіння УВПК (модернізований варіант УВПК - Б1), а на лінійній частині виробок з конвеєрним обладнанням - установки УЛГВ (модернізований варіант УВПС). Були проведені в умовах діючих гірничорудних підприємств Криворізького залізничного басейну натурні випробування опрацьованої в цілому системи пожежного захисту конвеєрних трактів.

Ключові слова: протипожежний захист, похилі стволи, конвеєрні тракти, засоби пожежогасіння та пожежної сигналізації.

doi:10.31721/2306-5435-2022-1-110-67-72

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Аналізуючи пожежі, що сталися (мали місце) на гірничорудних підприємствах, пов'язаних з експлуатацією конвеєрного транспорту, можна зробити висновок, що основними причинами їх виникнення є незадовільна організація робіт, низький рівень оснащеності цих об'єктів сучасними засобами пожежогасіння та пожежної сигналізації, а також технічного обслуговування. Причинами розвитку пожеж є: запізнілі виявлення та початок гасіння, недостатня технічна підготовленість обслуговуючого персоналу до гасіння саме таких пожеж.

Викладення матеріалу та результати. На гірничорудних підприємствах України з відкритим та підземним способами видобутку корисних копалин широкого застосування набув конвеєрний транспорт. В першу чергу це пов'язано з великомасштабним впровадженням нових технологій. На відкритих гірничих роботах - це циклічно-поточна технологія (ЦПТ). Нині на рудних кар'єрах експлуатуються 8 ЦПТ, 10 конвеєрних ліній, 38 конвеєрних ставів. Загальна протяжність конвеєрів більш як 12000 м, в тому числі на підземних ділянках майже 9000 м. Тільки в умовах шахт АТ «Марганецький ГЗК», де використовується унікальна технологія видобутку руди, в постійній експлуатації знаходяться кілометри конвеєрних ліній та ставів, в тому числі похилих стволів, обладнаних стрічковими конвеєрами.

Розширення масштабів впровадження конвеєрного транспорту потребує вирішення ряду складних питань щодо забезпечення їх безпечної експлуатації і, в першу чергу, це стосується надійного протипожежного захисту. Пожежі, що мали місце в похилих стволах Новокриворізького гірничо-збагачувального комбінату (1985, 1986 рр.) та шахти №2 ім. Артема РУ ім. Кірова (1995 р., причому ця аварія класифікована як катастрофа), пожежі в конвеєрних виробках шахт 3/5 та 9/10 АТ «Марганецький ГЗК» (1998, 2020 рр.), пожежа на ДСФ шахти ім. Фрунзе ПАТ «Суша Балка» (2008 р.), а також пожежа на поверхневій ділянці ЦПТ ПАТ «Північний ГЗК» (2015 р.), разом з тим, що завдали великих матеріальних збитків підприємствам, показали їх виняткову потенційну небезпеку для людей, що там працюють [1,2].

З цієї інформації, а також з урахуванням того, що конвеєрні тракти мають дуже високе пожежне навантаження (конвеєрна стрічка, мінеральні мастила у гідромуфтах та редукторах, електричні кабелі та інше електрообладнання) можна зробити висновок: є нагальна необхідність прийняття термінових та дійових заходів щодо подальшого підвищення рівня протипожежного захисту цих об'єктів.

Як показує аналіз, переважна кількість загорянь відбувається на тих елементах стрічкових конвеєрів, що не мають автоматичного пожежогасіння або там, де ця автоматика була в неробочому стані.

Тільки в одному випадку (з усіх загорянь, що мали місце за останні роки на конвеєрному транспорті) пожежа була ліквідована на початковій стадії.

За даними аналізу, виконаного НДІБПГ [3], місця виникнення пожеж та загорянь на конвеєрних трактах гірничорудних підприємств розподіляються так (у % від загальної кількості пожеж, що мали місце): на привідних барабанах – біля 85%; на лінійних секціях – 12%; на натяжних станціях - 3%. Тобто переважна кількість пожеж (загорянь) виникає саме на привідних барабанах.

Основні причини виникнення пожеж на стрічкових конвеєрах: заштибовка привідних та натяжних барабанів, експлуатація пошкоджених стрічок та таких, які не відповідають діючим вимогам безпеки. Одна з основних причин - низький рівень технічного обслуговування конвеєрів.

Причинами розвитку пожеж на конвеєрах є: запізнілі їх виявлення та початок гасіння, недостатня підготовленість персоналу до гасіння таких пожеж на початковій стадії.

До особливостей, які характеризують виняткову пожежну небезпеку таких об'єктів, відносяться наступні:

час загоряння конвеєрної стрічки, армованої металевими тросами, дорівнює в середньому 10-15 хвилин, а швидкість розповсюдження полум'я по стрічці досягає 30 м/хв;

за наявності осередку пожежі під стрічкою достатньо 10-30 хв для її займання. Якщо не вжити своєчасних заходів щодо гасіння загоряння саме на початковій стадії воно швидко переростає в великомасштабну пожежу. Наприклад, горіння гумо-тросової стрічки довжиною 10 м та шириною 2 м в гірничій виробці площею перетину 8 м² та швидкості переміщення повітря 1,5 м/с призводить до підвищення температури газів в ній до 500-900 °С [3].

На основі ретельного аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду, проведених попередніх експериментів та досліджень щодо визначення ефективності різних засобів пожежогасіння, засобів виявлення пожеж та оповіщення про них НДЦБПГ спочатку були опрацьовані «Вихідні технічні вимоги на проектування системи автоматичного пожежогасіння в похилих стволах, обладнаних стрічковими конвеєрами», а потім, за участі ДП «ДПП» «Кривбаспроект», і сам проект (на прикладі діючих гірничорудних підприємств Кривбасу) [4,5].

Ці вимоги складаються з трьох основних розділів:

у першому розділі відображені загальні вимоги протипожежного захисту конвеєрних трактів. В них особлива увага спрямована на необхідність використання засобів пожежогасіння, що працюють в автоматичному режимі;

у другому розділі детально викладені вимоги щодо пожежної сигналізації, пожежних оповіщувачів та ліній зв'язку;

в останньому розділі приведені рекомендації щодо розміщення засобів пожежогасіння та сигналізації безпосередньо на об'єктах, що входять в комплекс похилих стволів.

Слід зазначити, що в подальшому основні положення цих вимог увійшли в розроблені НДЦБПГ «Методичне керівництво по проектуванню протипожежного захисту шахт та підземних трактів ЦПТ ГЗК» та «Правила безпеки при проектуванні та експлуатації об'єктів ЦПТ ГЗК», а також «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».

В робочих проектах, що розробляються ДП «ДПП» «Кривбаспроект» у теперішній час за замовленнями підприємств закладені найбільш сучасні, ефективні та надійні засоби пожежогасіння. Так, на привідних станціях підземних стрічкових конвеєрів рекомендується встановлювати розроблені компанією «ІнПро» (м. Кривий Ріг) стаціонарні установки автоматичного водяного пожежогасіння УВПК (модернізований варіант УВПК - Б1), а на лінійній частині виробок з конвеєрним обладнанням - установки УЛГВ (модернізований варіант УВПС) [3].

Установка УВПК являє собою автономний засіб водяного пожежогасіння дренчерного типу і приєднується до стаціонарного протипожежного закільцьованого трубопроводу. Схема установки показана на рис. 1.

Як видно з рис. 1, установка складається з клапана 1 з фільтром 2 і реле тиску 3 для відкриття конвеєра, розподільчого трубопроводу 7, що включає в себе відповідні труби, секції, патрубки та розпилювачі води 8.

Установка має два режими експлуатації:

стан очікування застосування, коли пожежа відсутня. При цьому частина установки по клапан 1 включно заповнена водою під тиском, клапан закритий, спонукальний трубопровід також заповнений водою під тиском;

стан роботи, коли внаслідок аварійного підвищення температури установка в автономному режимі або вручну включається в роботу.

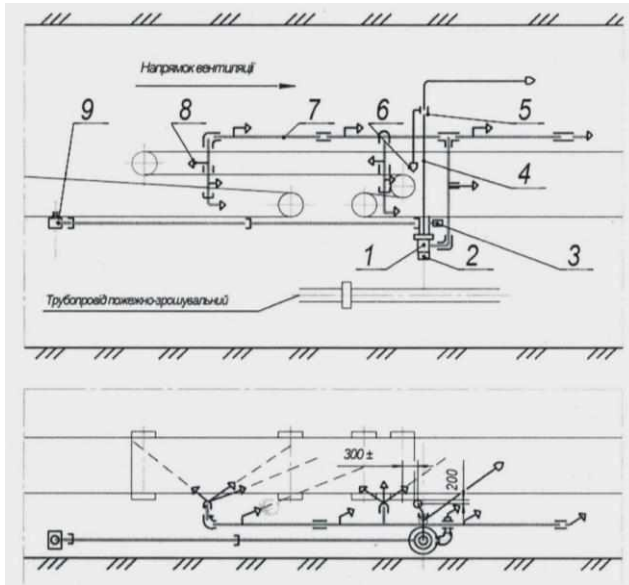


Рис. 1. Загальна (принципова) схема установки УВПК

Установка працює в такий спосіб: при аварійному підвищенні температури (понад $+68\text{ }^{\circ}\text{C}$) в зоні розташування будь-якого з спринклерів 6, руйнується його тепловий замок, спринклер розкривається і випускає воду зі спонукального трубопроводу 4. Тиск води в спонукальному трубопроводі 4 різко знижується і клапан 1 відкривається, пропускаючи воду в розподільчий трубопровід 7 до розпилювачів води 8. Розпорошена вода подається в усі пожежо-небезпечні зони привідної станції конвеєра і гасить осередки пожежі. Одночасно реле тиску води 3 розриває контакти в ланцюзі управління конвеєром і вимикає його привід.

Технічна характеристика установки:

мінімальний робочий тиск, МПа, не менше як - 0,35
 максимальний робочий тиск, МПа, не більше як - 2,0
 статичний тиск води перед установкою, МПа, не більше як - 2,5
 витрати води, $\text{м}^3/\text{ч}$, не менше як - 36-44

температура спрацьовування теплового датчика (спринклера), $^{\circ}\text{C}$ - 47 або 72

інтенсивність зрошення, $\text{л}\cdot\text{с}/\text{м}^2$, не менше як - 0,1

Для ручного включення установки в роботу необхідно повернути на 90° рукоятку кульового крана 9. При цьому також відбувається відключення приводу конвеєра.

Закладений в основу експлуатації УЛГВ метод локалізації та гасіння пожеж полягає в їх розташуванні по всій довжині виробок, що підлягають захисту, з певним кроком, величина якого вибирається в залежності від швидкості повітряного струменя, площі поперечного перетину та пожежного завантаження цих виробок. Крім того, вказані фактори визначають глибину водяної завіси, що формується установками, при якій відбувається охолодження газоповітряного потоку до температури не більше як 200° , завдяки чому виключається можливість виникнення пожежі за установкою.

Сама установка УЛГВ (рис. 2) складається з засувки 1, запірного засобу 2, спонукального трубопроводу 3, зі спринклерів 4, засобу ручного пуску 5 та розподільчого трубопроводу 6 зі зрошувачами 7. Останні розміщуються у виробках так, щоб водяна завіса, яку вони формують, повністю перекривала їх перетин.

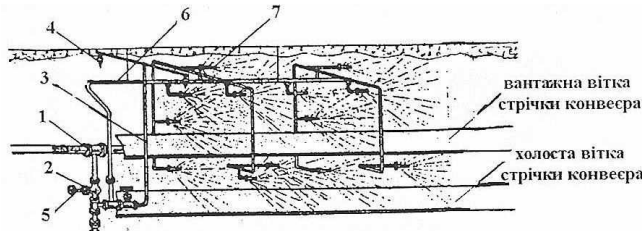


Рис. 2. Принципова схема установки УЛГВ

Основні технічні дані установки:
 площа поперечного перетину виробки, що захищається, м^2 - 15-20;
 робочий тиск, МПа, не менше як - 0,6;
 статичний тиск води перед установкою, МПа, не більше як - 2,5;

витрати води через установку, $\text{м}^3/\text{ч}$, не менше як - $0,1\cdot 10^{-8}$;

інтенсивність зрошення поверхні виробки та конвеєра, $\text{м}^3/\text{см}^2$, не менше як $0,1\cdot 10^{-3}$;

температура спрацьовування, $^{\circ}\text{C}$ - 72.

На наведені установки компанія «ІнПро», окрім робочої конструкторської та експлуатаційної документації, має повний комплект дозвільних документів, а саме: технічні умови системи водяного пожежогасіння дренчерного типу ТУ У 28.2-32693579-001:2019; дозвіл на застосування; сертифікати відповідності.

Оригінальність технічних рішень захищена патентом України за номером 134446.

Практикою доведено, що основною вогнегасною речовиною під час гасіння пожеж різних класів залишається вода. Тому на початковому етапі розроблення проекту на привідних станціях стрічкових конвеєрів, розташованих на денній поверхні, було рекомендовано встановлювати УВПК, але з різними схемами подачі води: при позитивних температурах оточуючого середовища (літній режим) використовується та ж сама схема, що і для підземних умов; при від'ємних температурах оточуючого середовища (зимовий режим) використовується схема з прокладанням сухотрубів. У подальшому, як альтернативний варіант, саме для умов експлуатації конвеєрів на денній поверхні при від'ємних температурах оточуючого середовища, було розроблено принципово нову систему автоматичного пожежогасіння АСПК. До складу цієї системи входять установка порошково-газового пожежогасіння модульного типу МУП-50, оповіщувачі теплові і пожежні, ручний пожежний оповіщувач, лінії пожежної сигналізації, засоби світлової та звукової сигналізації [6].

З метою підвищення надійності та ефективності протипожежного захисту конвеєрного транспорту також проектами додатково було передбачено обладнувати усі привідні станції високонапірними піно-генераторами ЕПГ-2П конструкції НДІБПГ. Піно-генераторна установка (рис. 3) складається з, власне, піно-генератора 1, ємності для піноутворювача 2, піно-змішувача 3 та з'єднувальних гнучких рукавів 4. Піно-генератор являє собою ежекційний водоструменевий апарат, на вході якого змонтовано розпилювач води та змішаного з нею піноутворювача, а на виході – пакет з двох паралельно розташованих плоских металевих сіток. У критичному перетині піно-генератора встановлено пневматичний трубчатий колектор з отворами, спрямованими в бік пакета сіток. Піно-змішувач призначений для одержання розчину піноутворювача заданої концентрації шляхом ежекції піноутворювача з ємності та подальшого подання цього розчину на піно-генератор.

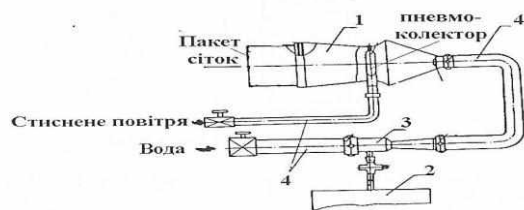


Рис. 3. Піно-генераторна установка ЕПГ-2П

На основі проведених лабораторних досліджень визначені такі основні параметри установки: продуктивність щодо піни, $\text{м}^3/\text{с}$ - 0,9; кратність піни, не менше як - 350; робочий (номінальний) та мінімальний тиск повітря в робочій пневмережі, МПа, відповідно

- 0,5 та 0,3

робочий (номінальний) та мінімальний тиск води в робочій водо-мережі, МПа, відповідно - 0,5 та 0,2.

Масло-станції рекомендується обладнувати системою автоматичного порошково-газового пожежогасіння з розподільчими трубопроводами (АУП) [7,8].

Електропідстанції, окрім ручних порошкових вогнегасників, рекомендується обладнувати стаціонарними порошковими установками з ручним пуском ВП-90 або УППС-50 конструкції НДІБПГ. Остання включає (рис. 4) корпус 1, кронштейни нижній 2 та верхній 3, робочий вузол 4, напірний 5 та розподільчий 6 напірні рукави.

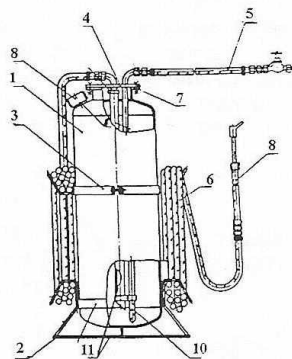


Рис. 4. Порошкова пожежогасильна установка УППС-50

Корпус виготовлений на базі стандартного газового балона ємністю 50 л та має фланець 7 і заправну горловину 8. Кронштейни 2 і 3 призначені для укладення розподільчого рукава 6 з встановленим на його кінці розпилювачем порошку 8. Робочий вузол 4 складається з кришки 9, зпушувача 10 та сифонної трубки 11.

Паралельно з розробленням конструкцій наведених засобів пожежогасіння, були опрацьовані також їх основні технічні параметри, в тому числі на основі відповідних розрахунків [9,10].

Натурні випробування опрацьованої в цілому системи пожежного захисту конвеєрних трактів були проведені в умовах діючих гірничорудних підприємств Криворізького залізрудного басейну. В іспитах брали участь представники багатьох зацікавлених організацій та служб, які дали їй високу оцінку. Повномасштабна реалізація проекту на практиці сприятиме не тільки підвищенню надійності протипо-

жежного захисту цих об'єктів, безпеки праці гірників, але також підвищенню продуктивності праці та ефективності виробництва в цілому.

Список літератури

1. **Чердиченко О.Є., Євстратенко І.А., Рясний В.М.** Стан аварійності на підприємствах гірничодобувної галузі України / Науково-виробничий журнал «Охорона праці», № 4. - 2022.
2. Виконати всебічний аналіз обставин та причин виникнення аварій і аварійних ситуацій на гірничорудних підприємствах та розробити практичні рекомендації щодо їх попередження / Щорічні звіти НДІБПГ, Кривий Ріг.
3. Щодо підвищення пожежної безпеки конвеєрних трактів на гірничорудних підприємствах/**Рясний В.М., Ющенко Ю.М.** / Зб. наук. праць НДІБПГ «Охорона праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу: Вип. 4. - Кривий Ріг, 2002. - С. 58-64.
4. Отработать в промышленных условиях и разработать типовой проект системы автоматического пожаротушения для наклонных стволов, оборудованных ленточными конвейерами. – Отчет НИИБТГ, № гос. регистрации 0294V001435, 2003 г.
5. Разработать рабочий проект, изготовить и поставить противопожарное оборудование, выполнить шефмонтаж, наладку и провести приемо-сдаточные испытания системы автоматической противопожарной защиты приводных станций ленточных конвейеров ДСФ ШУ ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог». – Отчет НИИБТГ, № регистрации 2607, 2010.
6. **Рясний В.М., Ющенко Ю.М.** Нова автономна порошково-газова установка автоматичного пожежогасіння для приводних станцій стрічкових конвеєрів. – Вісник КНУ, випуск 21, Кривий Ріг, 2008. - С. 171-174.
7. О пожарной опасности маслостанций / **Осадчий А.В., Дикенштейн И.Ф., Рясной В.М.**// Зб. наук. праць НДІБПГ «Охорона праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу: Вип. 9, – Кривий Ріг, 2007. - С. 40-45.
8. Автоматическая противопожарная защита подземных пожароопасных объектов железорудных и угольных шахт/ **Рясной В.М., Ющенко Ю.Н., Евстратенко И.А.** / Вісник КНУ, вип. 23, - Кривий Ріг, 2009. - С. 173-178.
9. **Рясний В.М., Ющенко Ю.М.** Методика розрахунку параметрів режиму роботи засобів автоматичного пожежогасіння в похилих стволах, обладнаних стрічковими конвеєрами. - Вісник КГУ, вип. 13. - Кривий Ріг, 2006. - С. 179-182.
10. **Рясний В.М., Ющенко Ю.М.** Автоматичні системи пожежогасіння - як засіб підвищення пожежної безпеки надшахтного комплексу. – Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників», Дніпропетровськ, 2008.

Рукопис подано до редакції 21.03.22

УДК 622: 553.31 (477.63)

В.Д. ЄВТЄХОВ, д-р геол.-мінерал. наук, проф., **О.С. ДЕМЧЕНКО**, канд. геол. наук, **Г.І. ЄРЕМЕНКО**, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет
Є.В. ЄВТЄХОВ, канд. геол. наук, доц., **С.В. САЖЕНЄВ**, начальник техн. відділу
ПАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат»

ПРИРОДНІ Й ТЕХНОГЕННІ ЧИННИКИ СТІЙКОСТІ ГІРНИЧИХ МАСИВІВ КАР'ЄРІВ ПІВНІЧНОГО ГЗК

Мета. Ганнівське та Первомайське родовища магнетитових кварцитів розробляються Північним гірничозбагачувальним комбінатом, починаючи з 1963 р. Розташування їх у зоні перетину Криворізько-Кременчуцького та Девладівського глибинних розломів обумовило складну геологічну будову, багатоетапну історію формування продуктивних і вмісних товщ родовищ.

Методи дослідження. Наслідком стала строкатість мінерального складу, структури, текстури руд і порід і, як наслідок, варіативність їх фізичних, технічних властивостей, показників стійкості підроблених гірничих масивів у бортах кар'єрів.

За результатами виконаних авторами комплексних геологічних, мінералогічних, хімічних, гідрогеологічних, фізичних, технічних, технологічних досліджень, були виділені головні фактори впливу на міцність рудних і породних масивів родовищ.