

2. Белевцев Я.Н., Каляев Г.И., Глевасский Е.Б. и др. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Тектоника // Киев: Наукова думка, 1988. – 320 с.
3. Белевцев Я.Н., Кулик Д.А., Коржнев М.Н. и др. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Железонакопление в докембрии // Киев: Наукова думка, 1992. – 228 с.
4. Бубнова Е.А. Взаимосвязь параметров нарушения геологической среды с изменением уровня подземных вод в результате ведения горных работ // Металлургическая и горнорудная промышленность.– 2017.– №4.– С. 58-63.
5. Гальперин А.М. Геомеханика открытых горных работ // Москва: Изд. Московского государственного горного университета, 2003. – 473 с.
6. Глушко В.Т., Борисенко В.Г. Инженерно-геологические особенности железорудных месторождений // Москва: Недра, 1978. – 254 с.
7. Додатко А.Д. Послеархейские эпохи корообразования на территории Украинского щита // Доклады АН УССР. Серия Б. – 1979. – №2. – С. 83-87.
8. Евтехов В.Д., Паранько И.С., Евтехов Е.В. Альтернативная минерально-сырьевая база Криворожского железорудного бассейна // Кривой Рог: Криворожский технический университет, 1999. – 70 с.
9. Евтехов В.Д., Зарайский Г.П., Балашов В.Н., Валеев О.К. Зональность натриевых метасоматитов в железистых кварцитах Северного Криворожья / Очерки физико-химической петрологии // Москва: Наука, 1988.– №15.– С. 17-37.
10. Елисеев Н.А., Никольский А.П., Кушев В.Г. Метасоматиты Криворожского рудного пояса / Труды Лаборатории геологии докембрия АН СССР // Москва-Ленинград: Изд. АН СССР, 1961. – Вып. 13. – 204 с.
11. Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др. Минералогия Криворожского бассейна // Киев: Наукова думка, 1977. – 544 с.
12. Паранько И.С. Некоторые особенности развития Криворожской структуры // Геологический журнал.– 1993.– № 4. – С. 112-133.
13. Пирогов Б.И., Евтехов В.Д., Архипов А.С., Хартанович П.Н. Некоторые минералого-геохимические закономерности метасоматоза железистых кварцитов Северного Криворожья // Минералогический сборник.– 1975.– №29, вып. 1.– С. 35-41.
14. Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Евтехов В.Д. и др. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Минералогия // Киев: Наукова думка, 1989. – 168 с.
15. Плаксенко Н.М. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии // Воронеж: Изд. Воронежского госуниверситета, 1966. – 264 с.
16. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород // Москва: Недра, 1984. – 360 с.
17. Семененко Н.П., Бордунов И.Н., Половко Н.И. и др. Железисто-кремнистые формации Украинского щита // Киев: Наукова думка, 1978. – Т. 2. – 368 с.
18. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза // Москва: Изд. АН СССР, 1962. – Т. 2. – 575 с.
19. Тохтуев Г.В., Борисенко В.Г., Титлянов А.А. Физико-механические свойства горных пород Кривбасса // Киев: Гостехиздат, 1962. – 102 с.
20. Хартанович П.Н. Особенности геологического строения Первомайского и Анновского месторождений железистых кварцитов // Горный журнал.– 1983.– №11. – С. 9-12.
21. Щербак Н.П., Белевцев Я.Н., Фоменко В.Ю. и др. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Стратиграфия // Киев: Наукова думка, 1988. – 200 с.

УДК 622.23.05

З.Р. МАЛАНЧУК, В.Я. КОРНІСНКО, доктори техн. наук, професори,
С.М. ЧУХАРСВ, канд. техн. наук, доц., С.М. РУДИКА, студентка,
В.В. ЗАЄЦЬ, канд. техн. наук, доц., М.О. КУЧЕРУК, асистентка
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНО-ПНЕВМАТИЧНИХ ЗАКЛАДНИХ МАШИН В УМОВАХ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

Мета. Метою роботи є обґрунтування конструктивних параметрів вібраційно-пневматичних закладних машин (ВПМ) з кільцевим ежектором з урахуванням фізико-механічних властивостей закладного матеріалу, що забезпечують підвищення ефективності технологій видобутку корисних копалин підземним способом із закладкою виробленого простору на шахтах Львівсько-Волинського вугільного басейну. Для досягнення поставленої мети необхідний подальший розвиток досліджень процесів вібропневмотранспортування закладних матеріалів, який дозволить встановити основні параметри вібролотка та кільцевого ежектора вібраційно-пневматичних закладних машин (ВПМ)

Методи дослідження. В роботі використано комплексний метод досліджень, що включає в себе аналіз і узагальнення відомих розробок в досліджуваній області, теоретичні, інформаційно-аналітичні, науково-пізнавальні дослідження та обробку літературних даних.

Наукова новизна. Отримано аналітичні залежності коефіцієнту продуктивності вібролотка вібраційно-пневматичних машин від кута природного укусу матеріалу, що транспортується, та раціонального діаметра транспортного трубопроводу в залежності від розміру транспортуючого матеріалу.

Практична значимість. Проведені дослідження дозволяють визначити конструктивні параметри вібраційно-пневматичних закладних машин з кільцевим ежектором для підвищення ефективності технології видобутку корисних копалин підземним способом із закладкою виробленого простору. Також було встановлено коефіцієнт продуктивності вібролотка вібраційно-пневматичних закладних машин з кільцевим ежектором, що залежить від фізико-механічних властивостей закладного матеріалу, що транспортується. В результаті досліджень було також визначено раціональний діаметр транспортного трубопроводу вібраційно-пневматичних машин при транспортуванні закладного матеріалу крупністю до 80 мм.

Результати. Результатом роботи є отримані залежності основних параметрів кільцевого ежектора та вібролотка вібраційно-пневматичних закладних машин. Була обґрунтована доцільність застосування вібраційно-пневматичних закладних машин з кільцевим ежектором із визначеними у роботі конструктивними параметрами для підвищення ефективності технологій видобутку корисних копалин підземним способом із закладкою виробленого простору, що була розроблена в ІГТМ НАНУ.

Ключові слова: вібраційно-пневматична машина, параметри, закладка, вироблений простір, транспортування, порожня порода.

doi:10.31721/2306-5435-2022-1-110-79-85

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Постійне збільшення глибини розробки і виснаження запасів потужних пластів корисних копалин призводять до значного приросту об'ємів порожніх порід, що транспортуються на поверхню шахт у відвали [1].

У той час, як техногенні порожнечі, які утворюються в місцях підземного видобутку корисних копалин, значно погіршують умови проведення гірських робіт, а складування породи на териконах істотно погіршує не тільки екологічну ситуацію, але і вимагає вирішення цілої низки задач економічного і соціального плану.

Аналіз умов залягання пластів корисних копалин Львівсько-Волинського вугільного басейну показує, що більше 50% пологих вугільних пластів слід відпрацьовувати із закладкою виробленого простору. Необхідність створення закладної техніки для реалізації передових технологій ведення гірничих робіт із закладкою виробленого простору визначає актуальність пошуку рішень в даному напрямку.

Аналіз досліджень і публікацій. Закладка підземного виробленого простору широко використовується у світовій практиці для зниження втрат корисних копалин в надрах, виїмання законсервованих охоронних ціликів, для управління гірничим тиском, запобігання підземних пожеж і раптових викидів вугілля і газів, зменшення деформації поверхні землі і охорони від руйнування об'єктів, що знаходяться на території відпрацювання корисної копалини, підвищення безпеки гірничих робіт та підвищення екологічної безпеки гірничодобувного регіону в цілому [2].

Питаннями промислового освоєння на гірничодобувних підприємствах пневматичних закладних машин займалися інститути ДонВУГІ і ДОНДІПРОВУГЛЕМАШ. За останній час в ІГТМ НАН України були створені наукові основи вібропневмотранспортування сипучих матеріалів, показана ефективність використання вібрації під час пневмотранспортування закладних матеріалів трубопровідними системами і вирішені питання транспортування закладних матеріалів потоком стисненого повітря.

Постановка задачі. Для досягнення поставленої мети необхідний подальший розвиток досліджень процесів вібропневмотранспортування закладних матеріалів, який дозволить встановити основні параметри вібролотка та кільцевого ежектора вібраційно-пневматичних закладних машин (ВПМ).

Викладення матеріалу та результати. При розробці пологих вугільних і малопотужних рудних пластів перед гірничодобувною галуззю України гостро стоїть питання залишення порожньої породи у виробленому просторі. Застосування закладки на гірничодобувних підприємствах дозволяє знизити гостроту проблеми, пов'язаної з розміщенням порожніх порід [4]. На сьогоднішній день щорічний обсяг виробок, що ремонтуються по окремим шахтам України досягає 10-15%, що по відношенню до протяжності проведених виробок досягає 50-80%, при цьому піддування ґрунту становить 60% [3].

Основними видами закладки, застосовуваними на гірничодобувних підприємствах, є самопливна, механічна, гідравлічна і пневматична.

В основу наведених досліджень прийняті дані методики розробленої Пономаренко С.М. в ІГТМ ім. М.С. Полякова [7-14].

Відсутність ефективних засобів комплексної механізації виїмки вугільних пластів потужністю до 0,8 м призвело до збільшення числа лав, які працюють з присічкою бічних порід. В результаті на кожну 1000 т вугілля, що видобувається в Україні підземним способом, на-гору видається понад 430 т породи. Виключити відпрацювання пластів потужністю менше 0,8 м в умовах сформованого шахтного фонду України не представляється можливим, тому що більше 30% всіх балансових запасів вугілля знаходяться в пластах пологого залягання.

Досвід розробки вугільних пластів без видачі порід на поверхню показує, що приблизно 20% породи залишається в надрах і це є достатньою підставою для переходу очисних вибоїв на управління гірським тиском закладкою виробленого простору. При цьому збільшення видобутку за рахунок підтримки виїмкових штреків в робочому стані на весь період їх експлуатації складе в середньому близько 40%, а собівартість 1 т вугілля знизиться приблизно на 14%.

Щоб визначити та вибрати раціональні значення основних конструктивних та технологічних параметрів вібраційно-пневматичних машин з кільцевим ежектором в інституті геотехнічної механіки імені Н.С. Полякова, Національної академії наук України розроблено «Методику визначення основних конструктивних та технологічних параметрів вібраційно-пневматичних машин з кільцевим пристроєм ежектора». В методиці використовується феноменологічний підхід до опису реальних фізичних процесів, які виникають у вібраційно-пневматичних машинах з кільцевим ежектором, з урахуванням закономірностей та рівнянь отриманих на основі останніх досягнень теорії руху сипучого закладеного матеріалу у трубопровідних системах, прикладної газової динаміки та аеродинаміки а також результатів лабораторних стендових та промислових випробувань [7, 8].

Однією з основних характеристик, у багатьох відношеннях, визначаючи технологічні параметри роботи вібраційно-пневматичних машин, є пропускна здатність блоку завантажувальної маси основного матеріалу у вібраційно-пневматичних машинах [5,7]. Пропускна здатність характеризується параметрами завантажувального лотка та діаметром поперечного перерізу кільцевого ежектора в зоні завантаження. У цій зоні відбувається подача закладного матеріалу в транспортний трубопровід. Геометрична форма лотка, виходячи з технологічних міркувань, вибирається криволінійною з опуклістю донизу, а рівняння криволінійної утвореної поверхні вібролотка, визначається за формулою наведеною в роботах [9-11] і має вигляд

$$y = 0,3x^4 + 0,7x^2. \quad (1)$$

Раціональні параметри вібролотка вібраційно-пневматичних машин визначаються кутом її установки β та діаметром прохідного перерізу ежектора у світлі D_3 , при цьому кривизна вібролотка повинна відповідати рівнянню (1). На рис. 1 представлено розрахункову схему для визначення раціональних параметрів вібролотка вібраційно-пневматичної машини з кільцевим ежектором, згідно з якої горизонтальний розмір вібролотка варіюється в діапазоні від 0 до

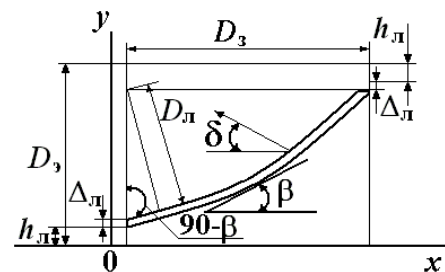
$$D_3 = [D_3 - (\Delta_l + hl)] \operatorname{ctg} \beta,$$

де D_3 - це мінімально можливий діаметр завантажувального отвору вібраційно-пневматичної машини.

Рис. 1. Розрахована схема для визначення раціональних параметрів вібролотка вібраційно-пневматичної машини з кільцевим ежектором

Раціональні значення характеристик вібролотка ВПМ залежать від вибору параметрів коливань робочого органу та підбору основних елементів коливальної системи відповідно до зазначених вихідних даних [8, 9, 11].

Вихідними даними для розрахунку раціональних значень характеристик вібролотка є необхідна продуктивність ВПМ, об'ємна щільність, максимальний розмір куска та кута природного укосу транспортованого матеріалу, планований режим роботи лотка, визначений коефіцієнтом режиму, кут нахилу лотка до горизонту та кут напрямку вібрації.



Розрахунковими величинами є параметрами коливальності робочого органу - амплітуда та частота, швидкість транспортування, діаметр прохідної секції, параметри пружної системи вібролотка його коливальна маса і споживаюча потужність приводу лотка.

Оскільки вібролоток ВПМ з кільцевим ежектором, який призначений для інтенсифікації доставки сипучого закладного матеріалу в зону змішування кільцевого ежектора з мінімальними можливими втратами матеріалу, то оптимальною геометричною формою всередині кільцевого ежекторного пристрою є труба круглого перерізу. Теоретична площа поперечного перерізу шару матеріалу, що транспортується вібролотком, у кільцевому пристрої ежектора (F_T), буде дорівнювати, м²

$$F_T = \frac{\pi D_d^2}{4}. \quad (2)$$

У той же час, для діаметра прохідного перерізу вібролотка, відповідно до загальноприйнятого положення при транспортуванні кускових матеріалів по трубопровідних системах [11], необхідно виконати умову

$$D_d = (2 \div 3) d_{\max}, \quad (3)$$

де d_{\max} - максимальний розмір фракції матеріалу, що транспортується, м.

Діаметр прохідного перерізу ежектора в світлі D_3 , згідно схеми, представленій на рис. 1, з урахуванням формули для вирішення прямокутних трикутників [9], буде дорівнювати

$$D_3 = \frac{D_d}{\cos \beta} + 2(\Delta_d + h_d). \quad (4)$$

Дійсна площа F_n поперечного перерізу шару транспортуючого матеріалу буде дорівнювати

$$F_n = c_n F_T, \quad (5)$$

де c_n - коефіцієнт продуктивності.

Значення коефіцієнта продуктивності для вантажних елементів без бортів наведено у роботі [11], проте для закритих вантажних елементів його значення не визначалося. Тому для знаходження величини коефіцієнта продуктивності завантажувальної ділянки ВПМ, враховуючи, що площа поперечного перерізу вібролотка являє собою площу круга з діаметром D_d (див. рис.1), скористаємось розрахунковою схемою, представленою на рис. 2.

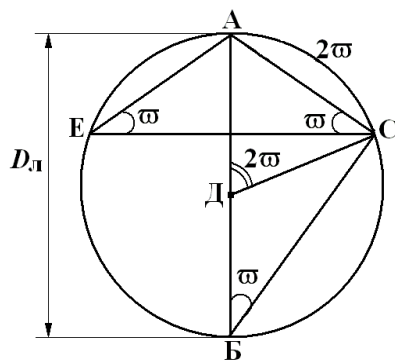


Рис. 2. Розрахункова схема для знаходження дійсної площі поперечного перерізу шару транспортуючого матеріалу

При визначенні дійсної площі поперечного перерізу шару транспортуючого матеріалу приймаємо умову максимального ступеня заповнення матеріалом прохідного перерізу вібролотка (див. рис. 2)

$$F_n = F_T - 2S_{\text{сегм}}, \quad (6)$$

де $S_{\text{сегм}}$ - площа сегменту АС.

Приймаємо $\angle AEC = \angle ACE = \varphi$ (див. рис. 2), де φ - кут природного укосу транспортуючого матеріалу в русі. Середнє значення цього кута для деяких видів транспортуючих матеріалів наведені в роботі [11] і знаходяться в діапазоні від 6 (мокра глина) до 40 (суха зола) градусів.

Скориставшись властивостями вписаних і центральних кутів кола, визначимо площу сегмента за формулою [11]

$$S_{\text{сегм}} = \frac{D_d^2}{8} \left(\frac{\pi \varphi}{90} - \sin \varphi \right).$$

З урахуванням цього та рівностей (2) і (6), із відношення (5) отримаємо

$$c_n = \left[\frac{\pi D_d^2}{4} - 2 \frac{D_d^2}{8} \left(\frac{\pi \varphi}{90} - \sin \varphi \right) \right] / \left(\frac{\pi D_d^2}{4} \right) = 1 - \frac{\varphi}{90} + \frac{\sin \varphi}{\pi}. \quad (7)$$

На рис. 3 представлено результати розрахунку, виконані за формулою (2), побудована лінія тренду, показано рівність апроксимації і величина достовірності апроксимації. Враховуючи це,

коефіцієнт продуктивності вібролотка (завантажувальної ділянки) ВПМ можна визначити за наближеною формулою

$$c_n = 1,0094 - 0,0062\varpi \quad (8)$$

Як видно із результатів розрахунку, наведених на рис. 3, коефіцієнт продуктивності вібролотка вібраційно-пневматичної машини знаходиться в діапазоні від 0,7 до 0,95 в залежності від фізико-механічних властивостей транспортного закладного матеріалу (кута ϖ).

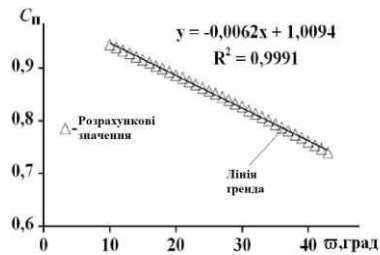


Рис. 3. Залежність коефіцієнта продуктивності вібролотка вібраційно-пневматичної машини від кута природного укусу в русі

Продуктивність ВПМ, яку повинен забезпечувати вібролоток ВПМ, визначається з урахуванням рівностей (2) та (5) наступним відношенням

$$Q_2^m = c_n F_T \rho_m v_{ср} = \frac{c_n \pi D_n^2 \rho_m v_{ср}}{4} \quad (9)$$

Використовуючи (8) із рівності (9), отримуємо вираз для знаходження середньої по площі швидкості вібраційного транспортування закладного матеріалу

$$v_{ср} = \frac{4Q_2^m}{c_n \pi D_n^2 \rho_m (1,0094 - 0,0062\varpi)} \quad (10)$$

Необхідна амплітуда коливань вібролотка визначається за допомогою формули для визначення коефіцієнта режиму, який є основною характеристикою транспортуючих можливостей віброживильників, згідно з якою [11]

$$A = (K_p g \cos \beta) / (\omega^2 \sin \delta) \quad (11)$$

Вплив коефіцієнта режиму (параметра вібрацій) на переміщення закладних матеріалів на ділянці завантаження ВПМ досліджено у роботі [9], у якій рекомендовано приймати $K_p = 3$ [8].

При заданому коефіцієнті режиму вимушена частота коливань вібролотка визначається за допомогою наведеної у роботі [11] залежності для середньої швидкості вібраційного транспортування

$$\omega = v_{ср} / [(k_1 - k_2 \sin \beta) A \cdot \cos \delta]$$

Величина вимушеної сили приймається мінімальною, так як в реальних умовах необхідно враховувати нерівномірність завантаження ВПМ транспортуючим матеріалом, його вологість і нерівномірність.

Для визначення раціонального діаметра транспортного трубопроводу пневмотранспортних установок (у тому числі і ВПМ) раніше використовувались відомі залежності, що містять емпіричні коефіцієнти і мають одну загальну особливість - отримане значення $D_{тр}^p$ необхідно в обов'язковому порядку перевіряти на пропускну здатність за рівнянням, аналогічним (3) [7, 8, 11]. Ця обставина обумовлена тим, що в цих залежностях не враховувався максимальний розмір матеріалу, що транспортується, зокрема, в роботі [7, с.105] використана наближена залежність

$$D_{тр}^p = K_2 (Q_2^v)^{2/5}, \quad \text{де} \quad (12)$$

де $K_2 = 0,635$ - емпіричний коефіцієнт.

Тому при транспортуванні ВПМ крупнокускових закладних матеріалів, визначений за формулою (12) раціональний діаметр транспортного трубопроводу, необхідно перевірити на пропускну здатність. Такий підхід до визначення раціонального діаметру транспортного трубопроводу обмежує область застосування емпіричних формул, і їх застосування ускладнено, оскільки основна роль при цьому відноситься до умови пропускну здатності транспортного трубопроводу.

Основними конструктивними параметрами кільцевого ежектора вібраційно-пневматичної машини, принципова схема якого показана на рис. 1.5.a, є ширина h , довжина l_c і кут розкриття ϕ_c кільцевої щілини ежектора, ширина критичного перерізу кільцевої щілини $h_{кр}$ і довжина l_p частини ежектора яка розширюється, параметри нагнітальної камери ежектора h_k , l_k і h_c та діаметр повітропроводного трубопроводу $D_{под}$.

У зв'язку із складністю технологічного виготовлення ежектора, кільцева щілина якого по площині має форму сопла Лавалю, для практичного використання вібраційно-пневматичної ма-

шини приймається спрощена конструкція її кільцевого ежектора, принципова схема якого представлена на рис. 4.

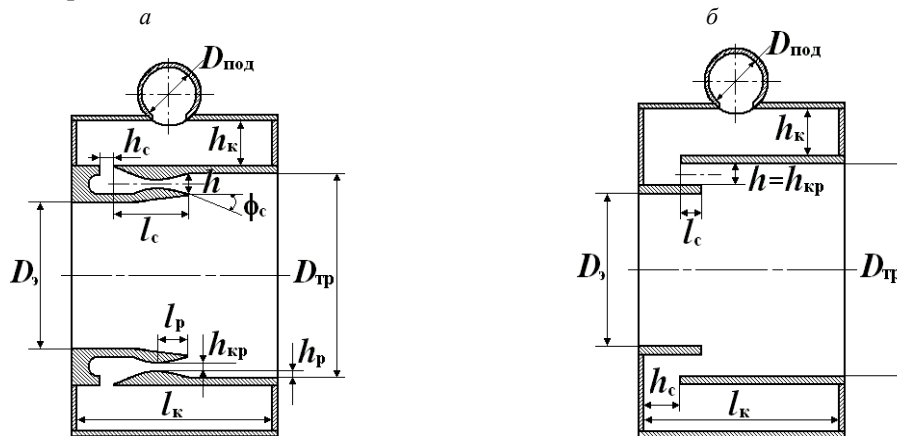


Рис. 4. Принципова схема кільцевого ежектора вібраційно-пневматичної машини: а – класична, б – спрощена

У цьому випадку приймаємо $h=h_{кр}$, кут розкриття $\phi_c=0$ і відповідно довжина розширюючої конічної частини кільцевої щілини ежектора $l_p=0$. Довжину кільцевої щілини ежектора рекомендується вибрати в діапазоні $l_c=(20\div 25)h$.

Висновки та напрямки подальших досліджень. У даній роботі обґрунтовані конструктивні параметри ВПМ з кільцевим ежектором з урахуванням фізико-механічних властивостей закладного матеріалу, при цьому:

коефіцієнт продуктивності вібрототка ВПМ знаходиться в діапазоні від 0,7 до 0,95 в залежності від фізико-механічних властивостей транспортованого закладного матеріалу (кута ϖ);

раціональним діаметром транспортного трубопроводу ВПМ при транспортуванні закладних матеріалів крупністю до 80 мм з продуктивністю ВПМ, рівною 20-30 м³/год, є діаметр $D_{тр}=0,2$ м.

На шахтах Львівсько-Волинського вугільного басейну цілком доцільно застосовувати ВПМ з кільцевим ежектором із визначеними параметрами для підвищення ефективності технологій видобутку корисних копалин підземним способом із закладкою виробленого простору розробленого в ІГТМ НАНУ.

Список літератури

1. Маланчук З.Р., Засць В.В., Сольвар Л.М., Романчук С.С. Методи перетворення вугілля в газоподібний енергоносіє на місці залягання Вісник НУВГП. Технічні науки: зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2016. – Вип. 2(74). – С. 115-124.
2. Маланчук З.Р., Засць В.В., Васильчук О.Ю. Перспективні методи розробки покладів вугілля у Львівсько-Волинському регіоні Актуальные научные исследования в современном мире: сб. научных трудов. - Переяслав-Хмельницкий, 2018. – Вип. 3(35). – С. 189-193.
3. Калініченко В.О. Визначення параметрів підземної розробки рудних родовищ: [підручник для вишів] / В. О. Калініченко, М. І. Ступнік, М. Б. Федько; [М-во освіти і науки України, КНУ]. – Кривий Ріг: [б. в.], 2019. – 279 с.
4. Бондаренко В.І. Технологія підземної розробки пластових родовищ корисних копалин / В.І. Бондаренко, О.М. Кузьменко, Ю.Б. Грядущий, В.А. Гайдук, О.В. Колоколов, М.М. Табаченко, В.М. Почепов; ред. В.І. Бондаренко; Національний гірничий університет. - Дніпропетровськ. : НГУ, 2005. - 708 с.
5. Технологія підземної розробки корисних копалин: навч. посіб. [Електронне видання]/А. І. Новак, О. В. Калініченко, В. В. Засць, О. Ю. Васильчук, В. В. Семенюк. – Рівне : НУВГП, 2019. – 315 с.
6. Ступнік М. І. Підземна розробка рудних родовищ під налягаючими глиновмісними породами : [монографія] / М. І. Ступнік, В. О. Калініченко. – Кривий Ріг: КНУ, 2018. – 240 с.
7. Потураев В.Н. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов/В.Н. Потураев, А.И. Волошин, Б.В. Пономарев. – К. : Наук. думка, 1989. – 248 с.
8. Волошин А.И. Механика пневмотранспортирования сыпучих материалов / А.И. Волошин, Б.В. Пономарев. – Киев: Наук. думка, 2001. – 521 с.
9. Волошин А.И. Выбор формы плоской кривой загрузочного лотка вибропневмотранспортной машины / А.И. Волошин, С.Н. Пономаренко // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукраїнський науково-технічний журнал.– Вінниця, 2007. –Вип. 3(48). – С. 116–117.
10. Волошин А.И. Методика определения основных конструктивных параметров вибрационно-пневматических машин эжекторного типа / А.И. Волошин, С.Н. Пономаренко // Геотехнічна механіка: (Міжвід. зб. наук. праць): Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України.– Дн-ськ, 2005. – Вип. 54. – С.112-123.

11. Пономаренко С.М. Обґрунтування режимів роботи та конструктивних параметрів вібраційно-пневматичних закладальних машин з кільцевим ежектором [Текст] : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : 05.05.06 / Пономаренко Сергій Миколайович ; НАН України, Ін-т геотехн. механіки ім. М. С. Полякова. - Д., 2011. - 19 с.
12. Механика вибрационно-пневматических машин эжекторного типа / В.Н. Потураев, А.Ф. Булат, А.И. Волошин, С.Н. Пономаренко, А.А. Волошин. – Киев: Наукова думка, 2001. – 176 с.
13. Кириченко Е.А. Динамика глубоководных гидроподъемов в морском горном деле / Е.А. Кириченко, В.Г. Шворак, В.Е. Кириченко, В.В. Евтеев – Д.: НГУ, 2010. – 259 с.
14. Потураев В.Н. Вибрационная техника и технология в энергоемких производствах / В.Н. Потураев, А.П. Франчук, В.П. Надутый. – Днепропетровск: НГА Украины, 2002. – 186 с.

УДК 550.348.334 (477.63)

П.Г. ПІГУЛЕВСЬКИЙ, д-р геол. наук, с.н.с., Інститут геофізики ім. С.І. Суботіна НАНУ,
В.К. СВИСТУН, член-кор. АГНУ, канд. геол. наук, директор ДГЕ «Дніпрогеофізика»,
С.В. ЩЕРБІНА, канд. фіз.-мат. наук, с.н.с., Інститут геофізики ім. С.І. Суботіна НАНУ,
Д.В. МАЛИЦЬКИЙ, д-р фіз.-мат. наук, проф., Інститут геофізики ім. С.І. Суботіна НАНУ,
Ю.А. АНДРУЩЕНКО, канд. геол. наук, головний центр сейсмічного контролю ДКАУ

ПРО СЕЙСМІЧНІСТЬ ТЕРИТОРІЇ КРИВБАСУ ЗА ПЕРІОД 2011-2020 РОКИ

Мета. Аналіз результатів зафіксованих сейсмічних подій на протязі 2011-2022 рр. на території Криворізького залізничного басейну та прилеглих до нього районів для встановлення особливостей сейсмічних подій та уточнення природи їх походження.

Методи дослідження. Реєстрація цифровими станціями Головного центру спеціального контролю Державного космічного агентства України і Інституту геофізики ім. С.І. Суботіна НАН України сейсмічних подій в центральній частині України з наступною первинною обробкою спостережень системами WSG (Росія) та “SeisComP3” виробництва “DeutschesGeoForschungsZentrum GFZ” (Германія).

З урахуванням літературних джерел виконано аналіз та синтез зафіксованих протягом 2011-2020 рр. даних про сейсмічні події в Криворізькому басейні з метою встановлення їх природи. Проаналізовано питання впливу природних та техногенних факторів на виникнення локальних землетрусів на території Кривбасу, яка є складовою частиною Західно-Інгулецько-Криворізько-Кременчуцької шовної зони.

Наукова новизна. Дослідження показали, що природа місцевих землетрусів переважно має індукований характер за рахунок потужних промислових вибухів в кар’єрах та шахтах. Однак, є локальні землетруси, які відбуваються в зонах тектонічних розломів за межами території Кривбасу, що свідчить про зміну пружно-деформаційного стану земної кори в центральній частині Українського щита.

Практична значимість. Результати досліджень дозволяють вирішити ряд важливих проблем гірничої геології: визначення зв’язку приповерхневих і глибинних структур, впливу геолого-тектонічної будови на оптимізацію процесу вибухових робіт при видобутку руди.

Результати. Проаналізовано результати обробки сейсмічних подій на території Кривбасу за період з 2011 по 2020 роки. Виконане узагальнення за цей період часу показує, що українськими сейсмостанціями зафіксовано в районі Кривбасу понад тисячу потужних промислових вибухів з $m_b \geq 2,0$. При цьому локальні сейсмічні події в Кривбасі з високим рівнем техногенного навантаження мають, здебільшого, незначну магнітуду. За останні 10 років в районі Кривбасу зареєстровано 19 сейсмічних подій тектонічного походження з $m_b = 2,1-4,5$. Природа місцевих землетрусів переважно має індукований характер за рахунок потужних промислових вибухів в кар’єрах та шахтах. Зафіксовані локальні землетруси в зонах тектонічних розломів розташовані в ослабленій зоні центральній частині Українського щита, що може свідчити про зміну пружно-деформаційного стану геологічного середовища навколо Кривбасу.

Ключові слова: промисловий вибух, сейсмічна подія, розривна тектоніка, геодинамічна рівновага, локальний землетрус.

doi:10.31721/2306-5435-2022-1-110-85-92

Проблема та її зв’язок з науковими та практичними завданнями. Сейсмічність території Кривбасу викликає багато питань про причини походження місцевих землетрусів. За період з моменту встановлення станції у м. Кривий Ріг за адресою вул. Геологічна, 2а, нею було зареєстровано десятки місцевих сейсмічних подій.