

Середнє відхилення повинно не перевищувати 12%.

Висновки та напрямок подальших досліджень. В результаті проведених досліджень розроблена методика розрахунку конструктивних та технологічних параметрів сушильної установки тонкодисперсних продуктів збагачення комбінованим способом.

В подальшому планується проведення досліджень для зниження питомих витрат електроенергії при зневодненні тонкодисперсних матеріалів з використанням комбінованого методу сушки прямим впливом змінного електричного струму.

Список літератури

1. Ребиндер П.А. // В кн.: Всесоюзное научно-техническое совещание по интенсификации процессов сушки. М: Профиздат, 1958. С. 14.
2. Лукин Б.Н., Курочкина М.И. Очистка вентиляционных выбросов в химической промышленности. Л.: Химия. 1980. 232с.
3. В.И. Мухтаев, В.М. Ульянов / Сушка дисперсных материалов – 51 с.
4. С.О. Поляшенко, О.В. Єсіпов, М.Л. Шуляк / ОСНОВИ ТЕПЛООБМІНУ Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2020.
5. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности / Лыков М.В. // М. : Химия, 1970. – 429 с
6. Лыков А.В. Теория тепло- и массопереноса / Лыков А.В. , Михайлов Ю.А. // М. : Госэнергоиздат, 1963. – 536 с.
7. Замницький О. В. Інноваційні технології в процесі сушки тонкодисперсних матеріалів / О. В. Замницький, Н. В. Бондар, С. О. Крадожон // Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. – Кривий Ріг, 2019. – Вип. 48. – С. 83–88. – Бібліогр.: 15 назв. – DOI: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-83-88
8. Mathematical model of the process of drying fine dispersed materials under the influence of alternating electric current / O. V. Zamytskyi, N. O. Holiver, N. V. Bondar, S. O. Kradozhon // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – No. 3. – P. 51–56. – DOI: 10.33271/nvngu/2021-3/051.
9. Сажин Б.С. Научные основы техники сушки / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин // М.: Наука. – 1997. – 448 с.
10. Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов / Фролов В.Ф. // Л.: Химия. - 1987.- 208 с.
11. Нестеренко А. В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха.–М.: Высшая школа, 1974.–460 с.

Рукопис подано до редакції 12.11.2021

УДК 622.235:622.271

Д.Ю. МАЛИХ, інж., Д.А. ТИТОВ, магістрант, Г.І. ЄРЕМЕНКО, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ЕНЕРГЕТИЧНО-КОНСТРУКТИВНА АНАЛІТИКА АДАПТАЦІЇ МЕРЕЖ СВЕРДЛОВИННИХ ЗАРЯДІВ ДО ПІДРИВАННЯ МАСИВІВ СКЛАДНОЇ СТРУКТУРИ

Мета. Основною метою досліджень є визначення максимально можливої адаптації свердловинних зарядів ВВ до особливостей будови масивів гірських порід для більш ефективного руйнування шляхом розосередження частин заряду вздовж свердловини та забезпечення кумулятивної дії цих частин.

Методи дослідження полягають в аналізі геологічних даних про залізородні родовища Кривбасу, проектної документації, виробничих даних гірничодобувних підприємств, наукових теорій та публікацій з подальшим їх узагальненням і формулюванням розроблених положень. Оригінальність полягає у застосуванні комплексного підходу щодо вирішення поставленої проблеми та ряду власних технічних рішень.

Наукова новизна полягає у дослідженні впливу зміни конструкції і параметрів розосереджених свердловинних зарядів ВР на інтенсивність руйнування розташованих нижче породних масивів.

Практична значимість роботи полягає в розробці нових конструкцій свердловинних зарядів і методики визначення їх параметрів та застосування.

Результати. Було здійснено дослідження взаємозв'язку геолого-технологічних умов і динамічних процесів, в яких здійснюється вибухове руйнування кристалічних порід за допомогою взаємодіючих свердловинних зарядів, конструкції яких розроблені авторами. Це дало змогу встановити раціональні режими розподілу енергії вибуху в скельному масиві при формуванні свердловинних зарядів з використанням коефіцієнта $m = 0,025f$ лінійної диференціації їх частин, що зменшує зону хаотичних стгучних структурних порушень нижнього уступу під дією вибуху, яка переважно є нерегульованою. Розроблений метод відрізняється від відомих насамперед тим, що окремі частини зарядів формуються з кумулятивними радіальними елементами. Таким чином максимальна адаптація зарядів до особливостей структурно-міцнісних характеристик масиву по висоті уступу досягається за рахунок розосередження частин заряду, а азимутальна – орієнтацією кумулятивних векторів останніх. Подальша розробка та виробниче за-

стосування результатів досліджень забезпечить значне зниження собівартості залізорудної продукції за рахунок підвищення ефективності буропідричних робіт в кар'єрі.

Ключові слова: руда, вибухове руйнування, кар'єр, буропідричні роботи, свердловинні заряди.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-53-131-136

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Наукові дослідження та виробнича практика ведення вибухових робіт в кар'єрах свідчать про те, що уступ гірських порід найбільш нерівномірно руйнується в зоні, прилеглий до укосу, в результаті чого утворюється гірнична маса з найбільш неоднорідною кускуватістю [1]. Винятково складний напружено-деформований стан масиву в цій частині при взаємодії свердловинних зарядів, що підривають в перших рядах, є однією з головних причин неконтрольованого виходу негабаритної фракції при масових технологічних вибухах, що негативно позначається на техніко-економічних показниках всього гірничодобувного виробництва, тому пошук шляхів вирішення даного завдання є вельми актуальним [2], так як у свою чергу сприяє вирішенню проблеми підвищення ефективності буропідричних робіт (БПР).

Аналіз досліджень і публікацій. З теорії вибухового руйнування кристалічних масивів і практики БПР [3, 4], одним з найменш досліджених теоретично і не вирішених практично питань є нерівномірний вплив на формування вибухом навантаження крайової частини уступу, оптимізувати що є можливим при цілеспрямованому використанні ефектів розвитку динамічної зони руйнування, створюваної силовими полями взаємодіючих зарядів ВР приконтурних рядів [4, 5].

Постановка задачі. В дослідження закладалася ідея можливості цільового регулювання динамічних ефектів, що проявляються при взаємодії вибуху свердловинних зарядів зі складно-структурними масивами, шляхом удосконалення (максимально можливої відповідності конструкцій свердловинних зарядів, просторового їх розміщення й алгоритму підривання – структурним особливостям руйнованих масивів) для вирішення чого задачі досліджень формулювалися згідно з цим, а саме: зарядам в рядах свердловин надаються керовані векторно-силові властивості за рахунок удосконалення конструкцій, як розподілом розділених їх частин уздовж свердловини, так і формуванням складного поперечного перетину для забезпечення значного кумулятивного ефекту (дії) й утворення завдяки сприятливій суперпозиції вибухових хвиль оптимальних динамічних зон відповідно до природної і техногенної структури масиву та конкретних умов у кар'єрах.

Викладення матеріалу та результати. Доведено, що поява негабаритних фракцій в підриваній породі, зазвичай, пов'язана з тим, що гірський масив, який руйнується, має неоднорідну цілісність через утворення в його верхній частині хаотичної штучної системи структурних порушень і заколів від дії раніше виконаних вибухів, як на верхніх, так і на суміжних уступах. Зменшити вплив енергії вибуху на законтурний масив стає можливим тільки при зміні традиційних способів ведення БПР.

Для розв'язання даного завдання авторами розроблено спосіб руйнування гірських порід на основі ефективного розподілу енергії вибуху в масиві, що руйнується при взаємодії свердловинних зарядів спеціальних конструкцій з лінійно розосередженою ВР із заданим поперечним перетином та послідовністю їх підривання [6, 7].

Розроблений спосіб (рис. 1) полягає в тому, що при підготовці уступу 1 для руйнування бурять свердловини 2 і формують у них спеціальні заряди ВР 3 відповідно до розробленого паспорту БПР, виходячи з технології гірничих процесів і фізико-механічних властивостей гірських порід.

Відрізняється від відомих даний спосіб насамперед тим, що окремі частки зарядів формуються з кумулятивними радіальними утвореннями. Таким чином максимальна адаптація зарядів щодо структурно-міцнісних особливостей масиву по висоті уступу досягається розосередженням часток заряду, а азимутально – орієнтацією кумулятивних векторів останніх.

Конструкція заряду кумулятивної дії розроблялася в різних варіантах [8] для різних масивів (рис. 1.Б). Незважаючи на візуальну складність, заряди формуються досить просто: по довжині зарядного рукава з двох боків проплавляються камери шлангового типу, після чого рукав вивертається, привантажується в зав'язаний кінець кількома кілограмами породного дріб'язку й опускається орієнтовано відповідно бажаному напрямку кумуляції енергії вибуху в свердловині.

ну, після чого бокові (вже внутрішні) ємності дуже просто і швидко заряджаються за допомогою звичайної шахтної пневмозарядної установки, а основний об'єм заповнюється – традиційно. Тріщиноутворюючі лінійні заряди 4 можуть формуватися й з патронованих ВР, а в особливо щільних і крихких породах з зовнішньої сторони зарядного рукава 2 вздовж ліній його пропайки 5 доцільно розташовувати джгути ДШ 7, примикаючи до стінок свердловини для утворення початкових лінійних концентраторів напружень. Бокові лінійні високобрізантильні заряди 4, прилегли до стінок свердловини, при підриванні створюють на них, або розвивають утворені ДШ початкові тріщини – концентратори напружень, які за декілька мілісекунд розвиває основний заряд 3.

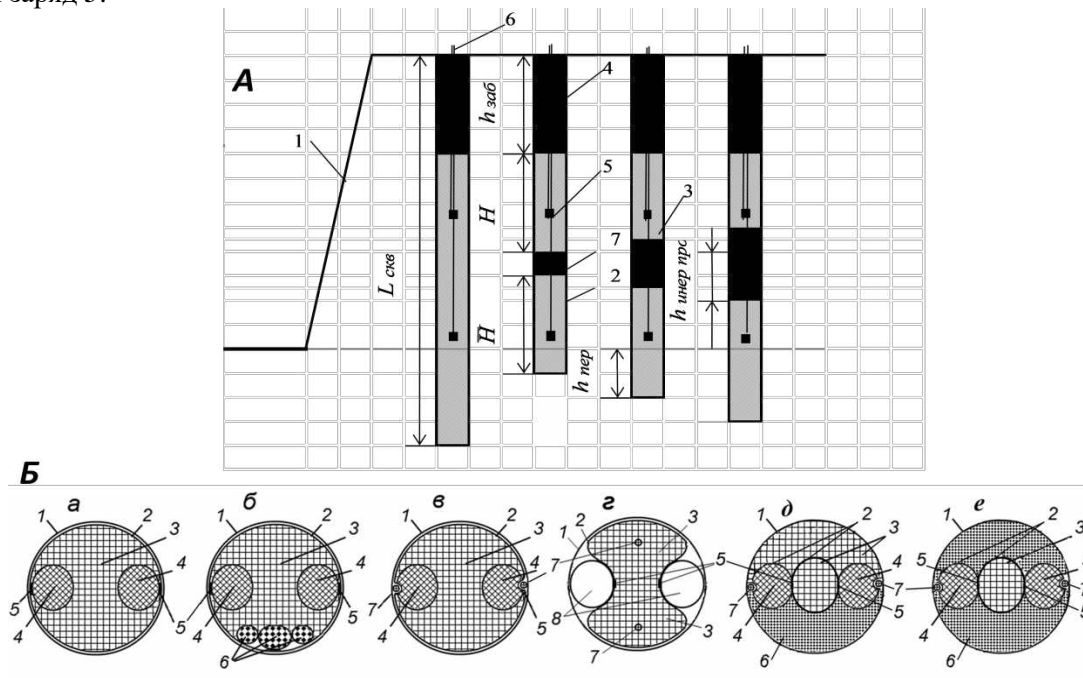


Рис.1. Спосіб руйнування гірських порід свердловинними зарядами з лінійно розосередженими частинами ВР. А: 1 – уступ; 2 – свердловини; 3 – заряд ВР; 4 – забивка; 5 – проміжний детонатор; 6 – хвилеводи; 7 – інертний проміжок; Б – поперечний переріз розосереджених зарядів радіально спрямованої дії: 1 – свердловина; 2 – полімерний рукав; 3 – низькобрзантний заряд; 4 – лінійні високобрзантні заряди; 5 – місця пропайки рукава; 6 – інертні демпфери; 7 – ДШ; 8 – повітряні утворювачі кумулятивних жолобів; ліворуч – натурні зразки

Конструкції та ВР основних і кумулятивних зарядів визначаються, залежно від характеристик порід, критичних діаметрів ВР, співвідношення акустичної жорсткості порід зі швидкістю детонації ВР, а також від мети та вимог щодо результатів підривання масиву. Діаметр зарядного рукава визначається досить просто, а усі маніпуляції з ним та ДШ легко виконуються за допомогою звичайного скотчу.

У розробленому способі буріння свердловин і формування зарядів здійснюють при виконанні умови $H \geq \dot{H}$, де H – довжина верхнього заряду ВР; \dot{H} – довжина нижнього.

Довжина кожного наступного інертного проміжку та перебуру, починаючи з другого ряду, визначається з рівняння $h_i = \dot{h}_i = h_0 + m(i - 2)$, ($i = 2, 3, \dots$), $m = 0,025 f$, де h_0 – мінімально допустима довжина інертного проміжку за паспортом БПР; h_i – довжина інертного проміжку i -ої свердловини; \dot{h}_i – довжина перебуру i -ої свердловини; m – коефіцієнт лінійної диференціації зарядів ВР; f – коефіцієнт міцності гірських порід за шкалою проф. М.М. Протодьяконова.

На рис. 2 показано залежність між коефіцієнтом лінійної диференціації зарядів ВР і коефіцієнтом міцності гірських порід. Довжина перебуру першої свердловини береться згідно з паспортом БПР для конкретних гірничотехнічних умов. Довжина забивки 4 для першого та для всіх наступних свердловин 2 є величиною постійною, обумовленою паспортом БПР, згідно з яким визначаються і параметри заряду ВР для першої свердловини.

У свердловинних зарядах 3, починаючи з другої свердловини 2, використовують інертні проміжки 7 з подальшим збільшенням їх величини за аналогічним алгоритмом, як і для випадків формування перебуру. При цьому співвідношення між довжиною верхнього заряду ВР та нижнього заряду повинне бути більшим або однаковим.

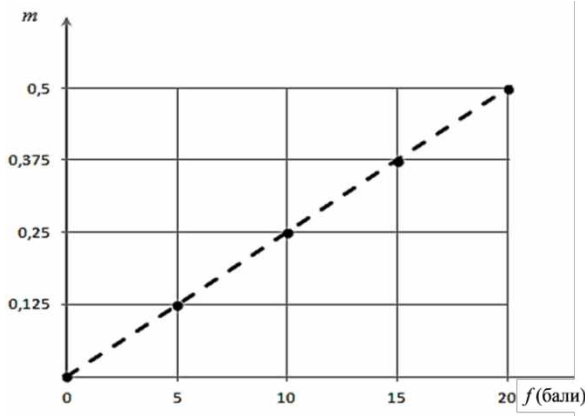


Рис. 2. Залежність між коефіцієнтом лінійної диференціації зарядів ВР (m) і коефіцієнтом f гірських порід

У всіх свердловинних зарядах 3, у верхній і нижній частинах встановлюють проміжні детонатори 5.

Використовуючи при розрахунках параметрів зарядів коефіцієнт m лінійного розподілу, можна формувати заряди так, щоб знизити одночасно негативний вибуховий вплив, як на нижчележачий, так і на суміжний уступі за рахунок більш ефективного розподілу енергії ВР у руйнованому породному уступі і, як наслідок, – зменшення зони хаотичних штучних

структурних порушень від дії попереднього вибуху. Використання коефіцієнта лінійного розподілу зарядів ВР (m) значно полегшує розрахунок їх конструктивних параметрів при впровадженні розробленого способу руйнування порід (рис. 3).

Важливу роль при накопиченні запасу енергії руйнування відіграють міцнісні властивості гірського масиву. На рис. 4 наведено залежність міцнісних характеристик породи та можливого запасу потенційної пружної енергії.

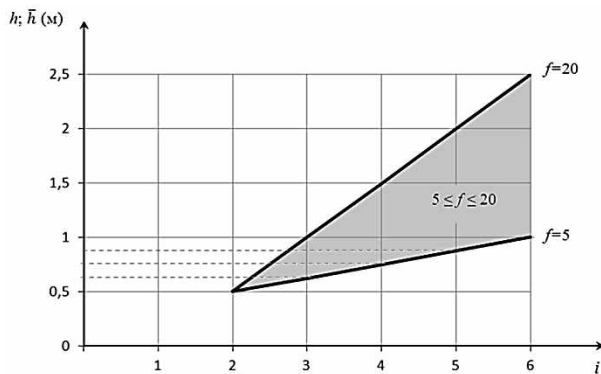


Рис. 3. Розрахунок параметрів свердловинних зарядів ВР (i – номерна позиція свердловини)

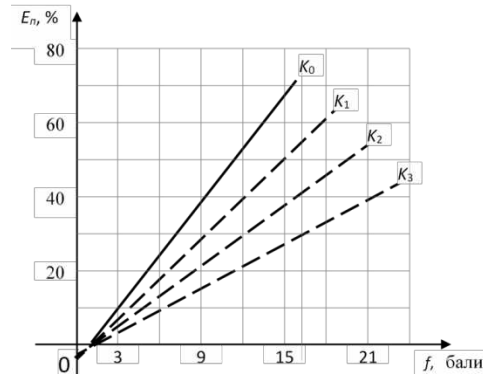


Рис. 4. Залежність міцнісних характеристик породи та запасу потенційної пружної енергії

В даній залежності величина K_1 визначається з умови $K_i = 1/\Pi$, де Π – середнє значення пористості матеріалу.

Під час вибуху свердловинного заряду в породному масиві руйнування відбувається в області, що безпосередньо прилягає до вибухової камери. Рівняння руху межі останньої згідно з [9, 10] має вигляд

$$\frac{da'}{d \ln a} + \alpha_1 (a')^2 + \gamma_2 a^{4\gamma_1} \left(\frac{\varepsilon^{-2\nu_1} - 1}{2\nu_1} + \ln \left(\frac{(1+h) \cdot a'}{\varepsilon'_0 \cdot a} \right) - \varepsilon^{-2\nu_1} \ln \left(\frac{1+n}{\varepsilon'_0} \cdot \varepsilon^{\frac{2}{1+n}} \cdot \frac{a'}{a} \right) \right)^{2\nu_1} = \frac{\beta_1}{\rho_0} P(a) + \gamma_1 \cdot$$

Аналітичне рішення, що визначає радіус порожнини в поточний момент часу згідно з [9, 10]

$$a''^2 = \frac{c_1}{a^{\alpha_1}} + \frac{\gamma_1}{\alpha_1} + \frac{\beta_1 P}{\rho_0 (\alpha_1 - 3\gamma)}$$

де c_1 – стала інтегрування; $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \gamma_2$ – функції, залежні від L, k, δ – швидкості дилатації середовища, коефіцієнта зчеплення й кута внутрішнього тертя відповідно; $n = [(1-L)/(1+L)]$.

З віддаленням від центру вибуху напруження зменшується, у результаті чого навколо заряду після зони пластичних деформацій утворюється зона радіальних тріщин, однією з моделей якої є система паралельних тріщин [10, 11]. Принцип крихкого руйнування тіла, згідно з яким розвиток тріщин відбувається тільки, якщо швидкість звільнення енергії пружної деформації перевищить приріст поверхневої енергії тріщини, сформульовано в [12], як $\partial \Delta U / \partial t > 4\gamma$, де: ΔU – зміна пружного потенціалу внаслідок наявності тріщини; γ – поверхнева енергія одиниці вільної поверхні. ΔU дорівнює добутку середньої площі області концентрації напружень на сере-

дне значення щільності пружного потенціалу, пропорційному $P^2 E^{-1}$, тобто $\Delta U = \sqrt{\frac{2}{\pi} \cdot l^2 \cdot P^2 \cdot E^{-1}}$,

де l – довжина тріщини; P – тиск, за якого тріщини розвиваються. Початковий пружний потенціал середовища не залежить від довжини тріщини l , тому згідно з останньою формулою

$$2E\gamma = \sqrt{\frac{2}{\pi} P^2 l}, \text{ звідки – залежність навантаження від довжини тріщини } P^2 = \frac{2(\pi E \gamma)^2}{l}.$$

Зі зростанням навантаження P довжина початкової тріщини l_0 залишається незмінною, поки не досягається значення P , після якого починається процес її розвитку $P = P_{\max} R Q^{-1/3}$, де P_{\max} – максимальний тиск у зарядній камері; R – відстань до заряду; Q – маса заряду.

Маси зарядів ВР у свердловинах розробленого способу із зарядами з лінійно розосередженою ВР: $Q_1 = 0,25(L-l)\pi D^2 \rho_{BP}$; $Q_{i+1} = 0,25(L_0-l)\pi D^2 \rho_{BP}$, де Q_1 – маса першого заряду ВР; Q_{i+1} – маса ВР $i+1$ свердловини ($i=1, 2, \dots, n$); L – довжина першої свердловини; L_0 – висота уступу гірських порід; L – довжина забивки (м); ρ_{BP} – щільність ВР у свердловині; D – діаметр свердловини.

Якщо позначити сумарну величину зарядів, що підриваються в одній серії, як $\sum_{i=1}^n (Q_1 + Q_{i+1})$, то значення P , за якого починається процес руйнування, набуде вигляду

$$P = P_{i_{\max}} \cdot R \sum_{i=1}^n (Q_1 + Q_{i+1})^{-1/3}$$

Кінетична енергія при вибуху серії зарядів визначається [10, 11], як $T = T_1 + T_2$, де T_1 – енергія від імпульсного впливу вибуху; T_2 – енергія стиснених вибухових газів. Тому складові кінетичної енергії середовища, з урахуванням останнього, відповідно дорівнюють

$$T_1 = W_1 P_{i_{\max}} \int_0^t R \sum_{i=1}^n (Q_1 + Q_{i+1})^{-1/3} dt; \quad T_2 = W_2 P_{i_{\max}} \int_0^t R \sum_{i=1}^n (Q_1 + Q_{i+1})^{-2/3} dt, \text{ де } W_1 \approx 4\pi R^2 Q^{-1}; \quad W_2 \approx R Q^{-2/3}.$$

Останні формули визначено за умови, що кінетична енергія на одиницю довжини циліндричного заряду за [13] дорівнює $W = \rho \int_a^\infty \pi r v^2 dr = \frac{\rho_0 \pi a'^2 \cdot a^2}{2(n-1)}$, і вони визначають кінетичну енергію вибуху при розподілі останньої в руйнованому масиві при взаємодії свердловинних зарядів запропонованої конструкції.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Раціональне розподілення енергії вибуху в гірському масиві, що руйнується, досягається за умови використання розробленого авторами способу формування свердловинних зарядів із застосуванням, починаючи з другого ряду, коефіцієнта ($m = 0,025f$) лінійної диференціації їх частин.

Взаємодія свердловинних зарядів запропонованої конструкції при їх підриванні значно зменшує інтенсивність дії вибуху вертикально вниз в масиві, що руйнується, а це забезпечує зменшення зони хаотичних штучних структурних порушень в уступі нижче від дії вибуху, яка здебільшого є нерегульованою.

Список літератури

1. Физика взрыва / Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П. и др. / Под. ред. К.П. Станюковича. - М.: Наука, 1975. - 407 с.
2. Власов О.Е. Основы теории действия взрыва. – М.: ВИА, 1957. – 407 с.
3. Власов О.Е., Смирнов С.А. Основы расчета дробления горных пород под действием взрыва. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 107 с.
4. Кашель Н.Я. Результаты промышленной проверки скважинных зарядов с воздушными промежутками / Н.Я. Кашель, П.И. Федоренко, С.Н. Кузьмич // Взрывное дело. – 1964. – № 54/11.
5. Друкованый М.Ф. Об оценке использования энергии взрыва при различных параметрах буровзрывных работ / М.Ф. Друкованый, В.М. Комир // Взрывное дело. – 1966. – С. 45–49.
6. Спосіб формування свердловинних зарядів ВР. Патент України № 84967 – 2013 р., Тищенко С.В., Еременко Г.И., Малих Д.Ю., Мартынюк М.В., Кривенко Ю.Ю.
7. Тищенко С.В. Технология взрывной подготовки горного массива // Развитие методов добычи руд черных металлов и пути их дальнейшего совершенствования: Материалы международной научно-технической конференции. – Кривой Рог: ГНИГРИ, 2003. – С. 211-216.
8. Скачков А.А., Жуков С.О. Конструктивный розвиток технології підривання порід свердловинними зарядами з диференційованим енергонасиченням масиву. Збірник наукових праць Національного гірничого університету. 2018. – Дніпропетровськ: - НГУ. вип. 53. - С. 79-87.

9. **Паргон В.З., Черепанов Г.П.** Механика разрушения // Механика в СССР за 50 лет. - М.: Наука, 1972. - Т.3. - 221 с.
10. **Кузнецов В.М.** Математические модели взрывного дела. - Новосибирск: Наука, 1977. - 259 с.
11. **Рижов П.А.** Математическая статистика в горном деле. - М.: Высшая школа, 1973. - 286 с.
12. **Griffith A.A.** The phenomenon of rupture and flow in solids. Phil. Trans. Roy. Soc. A 221, 1920, pp.1201-1206.
13. **Григорян С.С.** Некоторые вопросы математической теории деформирования и разрушения твердых горных пород // ПММ, 1967. - Т.31. - С.157-245

Рукопис подано до редакції 18.11.2021

УДК 622.647.21

Л.І. ЄФІМЕНКО, М.П. ТИХАНСЬКИЙ, кандидати техн. наук, доценти,
А.М.ТИХАНСЬКА, асист., Криворізький національний університет

АДАПТИВНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ЗА КРИТЕРІЄМ ЗНИЖЕННЯ МЕТАЛОЄМНОСТІ ОПОРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета. Дослідження навантаження на конструкції конвеєра в екстремальних ситуаціях з метою зниження їх дії, зменшення енерговитрат та металоємності опорних конструкцій за рахунок впровадження адаптивної системи керування швидкістю стрічкового конвеєра.

Методи дослідження. Методи, які використовуються у дослідженні, розроблені в теорії автоматичного керування, обробки випадкових процесів. Також використано наукове узагальнення раніше виконаних досліджень при аналізі літературних і патентних джерел.

Наукова новизна. Пропонується адаптивне керування швидкістю стрічкового конвеєра з врахуванням зміни навантаження на опорні конструкції конвеєра, що проявляється у випадку транспортування вантажопотоку з великими шматками гірничої маси (до 500 мм). Підвищення економічної ефективності досягається за рахунок зменшення енергоспоживання та навантаження на опорні конструкції, що дозволяє знизити їх металоємність.

Керування відбувається за рахунок узгодження режимів транспортування та фактичного вантажопотоку при відсутності повної апріорної (такої, що відома наперед) інформації про гранулометричний склад потоку сировини, зовнішні збурення і граничні умови, тобто адаптивній системі притаманна невизначеність.

Практична значимість. Сучасні конвеєрні лінії мають велику протяжність, тому зменшення навантаження на опорні конструкції дозволяє знизити їх металоємність на 25 – 30%. Вдосконалення експлуатації довгих конвеєрів потребує розробки систем, що оптимізують режим їх роботи за критерієм мінімуму навантаження на опорні конструкції при транспортуванні корисних копалин.

Адаптивне керування стрічковим конвеєром за рахунок регулювання швидкості робочого органу конвеєра з врахуванням параметрів, які постійно змінюються, дозволяє підвищити ефективність роботи виробництва та зменшити металоємність.

Авторами запропоновані принципи побудови автоматизованої системи конвеєра, що відрізняються тим, що враховуються як поточний, так і прогнозований стан вантажопотоку. Своєчасне виявлення зміни гранскладу вантажопотоку дозволяє швидко реагувати на нову інформацію та корегувати управляючі впливи шляхом впровадження адаптивного регулятора.

Результати. Запропоновано впровадження адаптивних системи керування швидкістю стрічкового конвеєра за критерієм зниження металоємності опорних конструкцій, що дозволяють враховувати збурюючі впливи на опори зумовлені зміною складу вантажопотоку, це зменшує навантаження на них та дозволяє зменшити металоємність.

Ключові слова: адаптивне керування, стрічковий конвеєр, металоємність, вантажопотік, динамічне навантаження, автоматична система керування.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-53-136-140

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Виходячи з особливостей розрахунку і проектування, а також, враховуючи умови роботи конкретної конструкції, оптимізація металоємності опорних металоконструкцій стрічкового конвеєра має кілька напрямів. До них, в першу чергу, слід віднести завдання розподілу внутрішніх зусиль і матеріалу в статично невизначеній системі із заданою геометричною схемою, задачі визначення оптимальних і фізичних параметрів конструктивної форми системи при заданих навантаженнях. По-друге, сюди відносяться способи автоматичного регулювання режимних параметрів конвеєрних установок, а саме, регулювання швидкості руху конвеєрної стрічки.

Конвеєрна установка, яка забезпечена регульованим приводом і автоматичною системою керування режимами транспортування, надає можливості враховувати гірничотехнічні параме-