

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ПАДІННЯ МОНОЛІТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ТА ПОЛОЖЕННЯ В ПРОСТОРИ

Визначено силові характеристики самовільного перекидання моноліту. Розроблено методику розрахунку кутової швидкості падіння моноліту залежно від його геометричних розмірів та положення в просторі.

Вступ. До технологічних належать негабарити, утворені штучними тріщинами (внаслідок удару) або в поєднанні з природними. Причини таких втрат полягають у: маловивченій технології перекидання монолітів, неправильно обраному напрямку фронту гірничих робіт, великих параметрах моноліту, що добувається тощо. Для того, щоб знизити втрати каменю (його подрібнення), необхідно навчитися регулювати процес падіння і руйнування моноліту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням впливу лінійних розмірів моноліту на його ефективність видобування в різний час займалися М.Т. Бакка [1, 2], А.І. Косолапов [3], Ю.Г. Карасьов [4], найбільш детально штучного створення постільної площини моноліту дослідив Н.Г. Караулов [5]. В більшості праць були розглянуто лише загальні аспекти видобування природного декоративного каменю. Але ніхто з розглянутих авторів не розглядав модель моноліту зі штучно створеною постільною площиною.

Постановка завдання та мета. Залежність руйнування моноліту, що завалюється, від лінійних його розмірів залишається нині малодосліджене. Автори ставлять за мету визначити силові характеристики самовільного перекидання моноліту, розробити методику розрахунку кутової швидкості падіння моноліту залежно від його геометричних розмірів та положення в просторі.

Викладення основного матеріалу та результати. Самовільне перекидання моноліту характеризується двома силовими характеристиками і силою ваги моноліту та реакцією опори. Для подальшого вивчення динаміки цього процесу скористаємось теоремою про заміну кінематичної енергії:

$$\frac{dT}{dt} = A^e, \quad (1)$$

де T – кінематична енергія; A^e – повна робота зовнішніх сил.

Оскільки моноліт перекидається по чітко визначеній траєкторії (рис. 1), початкове та кінцеве положення відомі, то ми можемо перейти до інтегральної форми теореми (1):

$$T_2 - T_1 = \int_{S_1}^{S_2} A^e ds, \quad (2)$$

де T_1, T_2 – кінцева енергія в початковий момент часу; S_1, S_2 – координати в початковому та кінцевому положеннях.

В початковий момент часу – у момент виходу моноліту зі стану стійкої рівноваги, швидкість руху моноліту досить низька і якщо вважатимемо, що $v = 0$, то $T_1 = 0$. При перекиданні моноліту він здійснює лише обертальний рух навколо точки С. Кінематична енергія при цьому дорівнює:

$$T = \frac{I_c \omega^2}{2}, \quad (3)$$

де ω – кутова швидкість перекидання; I_c – момент інерції моноліту відносно точки С.

За теоремою Штейнера момент інерції моноліту відносно точки С можемо обчислити:

$$I_c = I_o + m \frac{d_1^2}{4}, \quad (4)$$

де I_o – центральний момент інерції моноліту.

Вважаючи форму моноліту близькою до паралелепіпеда, прийmemo:

$$I_o = \frac{m}{12} (b^2 + h^2), \quad (5)$$

тоді

$$I_c = \frac{m}{4} \left(\frac{b^2}{3} + \frac{h^2}{3} + d_1^2 \right) \quad (6)$$

та

$$(7)$$

$$T = \frac{m}{8} \left(\frac{b^2}{3} + \frac{h^2}{3} + d_1^2 \right) \omega^2.$$

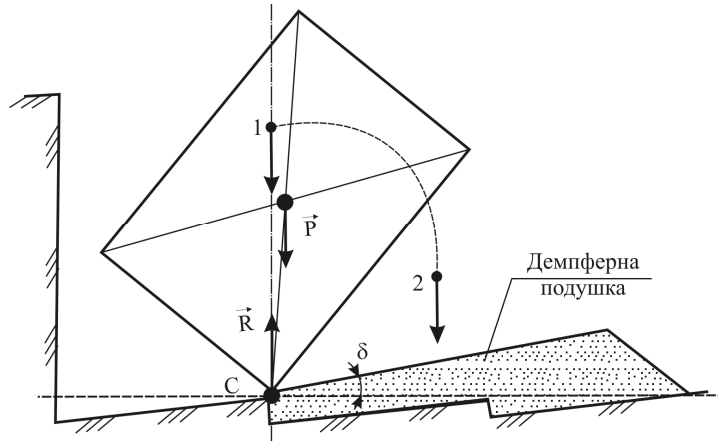


Рис. 1. Схема втрати рівноваги моноліту в початковий момент часу

Точка прикладання реакції опори не змінює свого положення під час руху моноліту, тому її робота $A = 0$, сила тяжіння є консервативною силою, робота такої сили не залежить від форми траєкторії, лише від зміни висоти:

$$A(P) = mg\Delta H. \quad (8)$$

У початковий момент часу (рис. 1):

$$H_1 = \frac{d_1}{2}. \quad (9)$$

У кінцевий момент часу (рис. 2):

$$H_2 = \frac{d_1}{2} \sin(\delta + \gamma) = \frac{d_1}{2} (\sin \delta \cos \gamma + \cos \delta \sin \gamma) = \frac{d_1}{2} \left[\sin \delta \frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1} + \cos \delta \sqrt{1 - \left(\frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1} \right)^2} \right]. \quad (10)$$

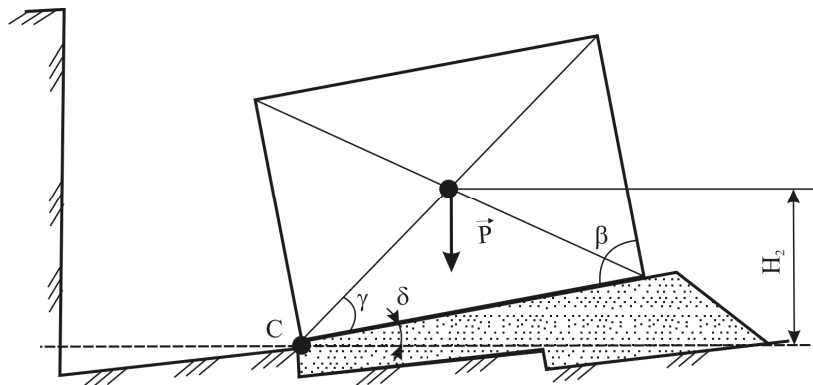


Рис. 2. Схема положення моноліту в кінцевий момент часу

Таким чином, роботу сили тяжіння на проміжку 1–2 можна записати:

$$A(P) = mg \frac{d_1}{2} \left[1 - \sin \delta \frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1} - \cos \delta \sqrt{1 - \left(\frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1} \right)^2} \right]. \quad (11)$$

В результаті підставимо всі залежності у рівняння (2):

$$\frac{m}{8} \left(\frac{b^2}{3} + \frac{h^2}{3} + d_1^2 \right) \omega_2^2 = mg \frac{d_1}{2} \left[1 - \sin \delta \frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1} - \cos \delta \sqrt{1 - \left(\frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1} \right)^2} \right], \quad (12)$$

або

$$(13)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{4gd_1}{\left(\frac{b^2}{3} + \frac{h^2}{3} + d_1^2\right)}} \left[1 - \sin \delta \frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1} - \cos \delta \sqrt{1 - \left(\frac{h^2 + d_1^2 - b^2}{2hd_1}\right)^2} \right]$$

На рисунку 3 показано залежність кутової швидкості падіння моноліту від кута δ для монолітів з різними геометричними параметрами.

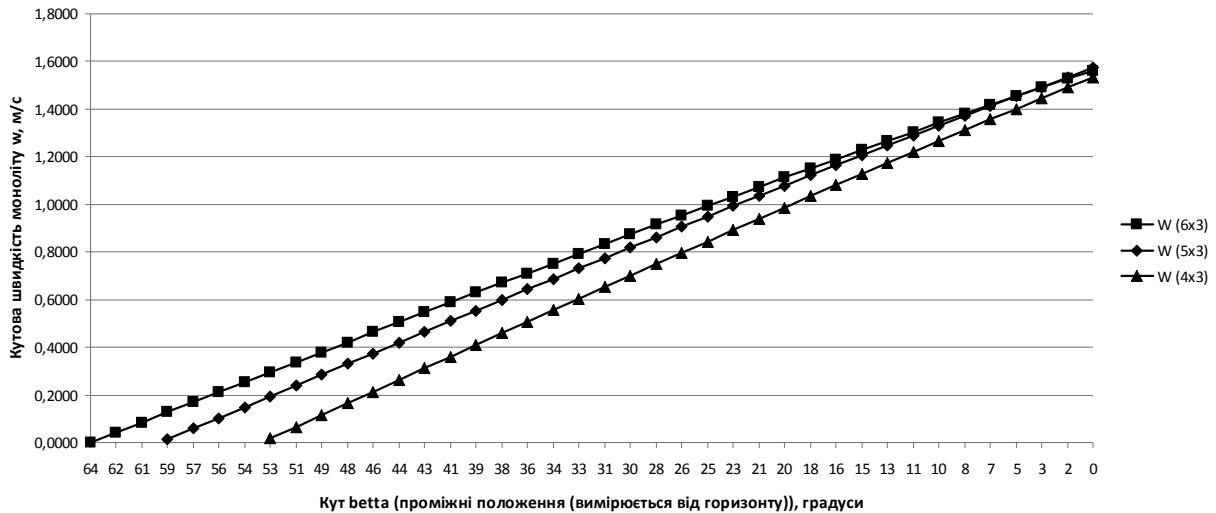


Рис. 3. Залежність кутової швидкості падіння моноліту від кута δ

Висновок. У публікації визначено силові характеристики самовільного перекидання моноліту, з яких видно, що геометричні параметри демпферної подушки значно впливають на кутову швидкість падіння моноліту, що, в свою чергу, впливає на його цілісність при падінні. Матеріал, який наведено в публікації, у подальшому може бути використаний при вирішенні завдань: встановлення величини ударних зусиль, які виникають при ударі моноліту об подушку; визначення залежностей, за якими можливо встановити оптимальні розміри монолітів з природного облицювального каменю окремо для кожного родовища природного каменю.

Список використаної літератури:

1. Бакка Н.Т. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений : справочник / Н.Т. Бакка, И.В. Ильченко. – М. : Недра, 1992. – 303 с.
2. Бакка М.Т. Видобування природного каменю. Ч. 2. Технологія та комплексна механізація видобування природного каменю / М.Т. Бакка, О.Х. Кузьменко, Л.С. Сачков. – К. : ІСДО, 1994. – 448 с.
3. Косолапов А.И. Технология добычи облицовочного камня / А.И. Косолапов. – Красноярск : КГУ, 1990. – 192 с.
4. Карасев Ю.Г. Природный камень. Добыча блочного истенового камня / Ю.Г. Карасев, Н.Т. Бакка. – СПб. : Санкт-Петербургский горный институт, 1997. – 428 с.
5. Караулов Н.Г. Оптимизация технологических параметров добычи блочного камня алмазно-канатными пилами : дис. ... канд. тех. наук / Н.Г. Караулов. – Магнитогорск, 2001. – 135 с.

КОРОБІЙЧУК Валентин Вацлавович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геотехнологій ім. проф. М.Т. Бакка Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- комп'ютерні технології.

Стаття надійшла до редакції 25.04.2012