

# Розробка корисних копалин

УДК 622.2

В.В. Коробійчук, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОТИ ТА ШИРИНИ МОНОЛІТУ, ЩО ПЕРЕКИДАЄТЬСЯ, НА ЙОГО РУЙНУВАННЯ

*Встановлено величини ударних зусиль, які виникають при ударі моноліту об подушку. Визначено залежності за якими можливо встановити оптимальні розміри монолітів з природного облицювального каменю окремо для кожного родовища природного каменю*

**Постановка проблеми. Вступ.** До технологічних належать негабарити, утворені штучними тріщинами (внаслідок удару) або в поєднанні з природними. Причини таких втрат полягають в: маловивченій технології перекидання монолітів, неправильно вибраному напрямі 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 Бакка М.Т. [1, 2], Косолапов А.И. [3], Карасьов Ю.Г. [4], найбільш детально штучного створення постільної площини моноліту дослідив Караулов Н.Г [5]. У більшості праць були розглянуті лише загальні аспекти видобування природного декоративного каменю. Але ніхто з авторів не розглядав модель моноліту зі штучно створеною постільною площиною.

**Постановка завдання та формулювання мети.** Залежність руйнування моноліту, що завалюється, від лінійних його розмірів залишається нині малодосліджене. Автори ставлять за мету встановити оптимальну висоту та ширину моноліту залежно від його міцності.

**Викладення основного матеріалу.** Для вивчення процесу перекидання моноліту досліджувався вплив його параметрів на технологічні втрати. Перекидання моноліту складається з двох етапів: введення моноліту з положення статичної рівноваги; власне перекидання моноліту під дією сили тяжіння. На першому етапі стан або положення стійкої рівноваги характерний тим, що тіло, під дією зовнішніх силових чинників може частково змінювати своє положення, але при відсутності зовнішніх сил дане тіло займає попереднє положення. Перший етап розглядався в попередніх публікаціях.

Розглянемо другий етап. Лінійні швидкості окремих точок моноліту залежать від радіуса траєкторії руху відповідної точки і обчислюється як:

$$v = \omega r. \quad (1)$$

Епюра розподілу лінійних швидкостей наведена на рисунку 1.

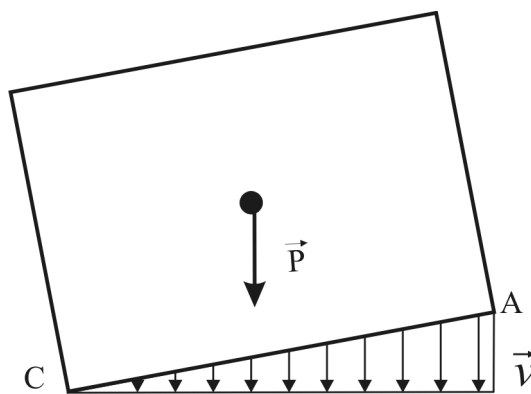


Рис. 1. Епюра розподілу лінійних швидкостей при перекиданні моноліту

Таким чином, максимальну лінійну швидкість мають крайні точки моноліту (точка А).

У кінці траєкторії руху моноліту відбувається удар моноліту по основі уступу або по спеціальній насипній подушці. Якщо моноліт перекидається на основу уступу, то враховуючи однаковість тиску гірської породи моноліту та уступу, час удару ( $\tau$ ) можливо розрахувати:

$$\tau = 2 \frac{b}{v_{на}} = \frac{2b}{\sqrt{\frac{E}{\rho}}} = 2b \sqrt{\frac{\rho}{E}}, \quad (2)$$

де  $\rho$  – густина гірської породи;  $E$  – модуль пружності;  $b$  – ширина моноліту.

Якщо моноліт перекидається на подушку, то необхідно визначити час удару як час деформації подушки залежно від гранулометричного складу подушки.

Згідно з теоремою про зміну кількості руху  $i$ -тої точки:

$$m_i(\vec{v}_{i2} - \vec{v}_{i1}) = \vec{S}_{ip} + \vec{S}_{iy}, \quad (3)$$

де  $v_{i1}$  – швидкість точки до удару;  $v_{i2}$  – швидкість точки після удару ( $v_{i2} = 0$ );  $S_{ip}$  – імпульс сили ваги за час  $\tau$ ;  $S_{iy}$  – імпульс ударної сили за час  $\tau$ ,

або

$$\vec{S}_{ip} + \vec{S}_{iy} = -m_i \vec{v}_{i1}. \quad (4)$$

Вважаючи, що обидві сили постійні в часі, тоді:

$$\tau(\vec{P} + \vec{F}) = -m_i \vec{v}_{i1} = -m_i r_i \vec{\omega}_2. \quad (5)$$

Для розв'язку даної задачі достатньо детально розглядати лише висоту моноліту. Вважати моноліт однорідним тілом визначимо масу  $i$ -тої точки:

$$m_i = \frac{m}{h} = \frac{\rho b h l \sin \beta}{h} = \rho b l \sin \beta. \quad (6)$$

Перепишемо рівняння (5) у вигляді:

$$\tau(m_i \vec{g} + \vec{f}) = -m_i r_i \vec{\omega}_2. \quad (7)$$

Спроектувавши дане рівняння на вісь  $y$  (рис. 2), отримаємо:

$$\tau(-m_i g \cos \delta + f) = -m_i r_i (-\omega_2). \quad (8)$$

Звідси виразимо  $f$ :

$$f = \frac{m_i r_i \omega_2}{\tau} + m_i g \cos \delta = \rho b l \sin \beta \left( \frac{r_i \omega_2}{\tau} + g \cos \delta \right). \quad (9)$$

Аналізуючи отриману формулу, можемо зробити такі висновки:

- максимальне значення ударних зусиль буде в крайній точці моноліту, при  $r_i = h$ ;
- зменшити ударне зусилля можна збільшивши кут подушки  $\delta$ ;
- зменшити ударне зусилля можна збільшивши час удару  $\tau$ .

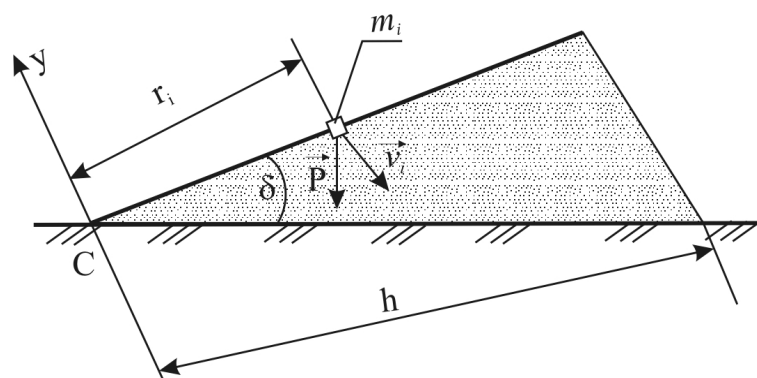


Рис. 2. Схема сил в кінцевій точці падіння моноліту

Силу удару можливо змінювати за рахунок підбирання матеріалу та гранулометричний склад демпферної подушки, а також за рахунок регулювання насиченості водою демпферної подушки.

Під час удару поверхня моноліту, яка контактує з подушкою зазнає деформацію стиску під дією однобічного навантаження, тому умова міцності набуває вигляд:

$$\frac{F_y}{S} < [\sigma_{cm}], \quad (10)$$

де  $F$  – зусилля удару;  $S$  – площа основи моноліту.

Епюра ударних зусиль залежно від висоти моноліту показана на рисунку 5.

Оскільки ударне зусилля нерівномірно розподілене по площі контакту, то перейдемо до локальних напружень, що діють по лінії довжиною  $l$  (рис. 3) (блок має довжину  $h$ ):

$$\frac{f}{l} < [\sigma_{cm}]. \quad (11)$$

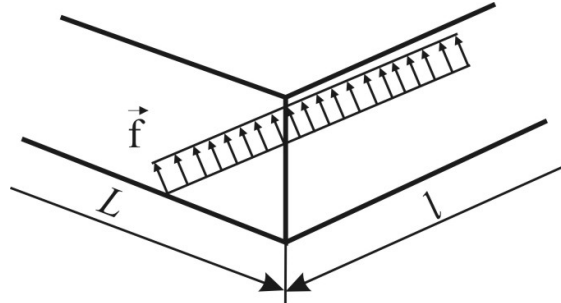


Рис. 3. Схема локальних напружень

Тоді, згідно з умовою міцності, запишемо:

$$\rho b \sin \beta \left( \frac{r_i \omega_2}{\tau} + g \cos \delta \right) < [\sigma_{cm}]. \quad (12)$$

Виразимо  $r_i$ :

$$r_{ікк} < \left( \frac{[\sigma_{cm}]}{\rho b \sin \beta} - g \cos \delta \right) \frac{\tau}{\omega_2}. \quad (13)$$

Дана умова дозволяє визначити частину моноліту, яка не зруйнується (рис. 4).

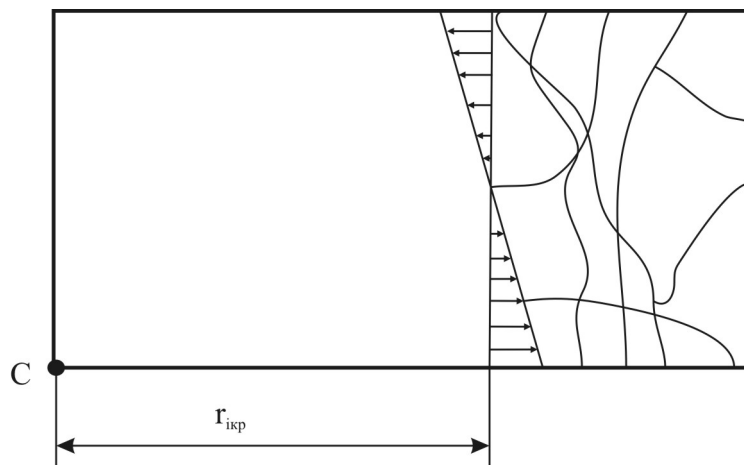


Рис. 4. Схема визначення  $r_{ікк}$

Як вже зазначалося, максимальні ударні зусилля спостерігаються у крайній точці, перепишемо останнє рівняння у вигляді:

$$h \leq \left( \frac{[\sigma_{cm}]}{\rho b \sin \beta} - g \cos \delta \right) \frac{\tau}{\omega_2}. \quad (14)$$

При відомій висоті моноліту можна визначити необхідну ширину моноліту:

$$b \leq \frac{[\sigma_{cm}]}{\rho \sin \beta \left( \frac{h \omega_2}{\tau} - g \cos \delta \right)}. \quad (15)$$



Рис. 5. Еюра ударних зусиль

**Висновки.** Силу удару можливо змінювати за рахунок підбирання матеріалу та гранулометричного складу демпферної подушки, збільшивши кут подушки  $\delta$ ; а також за рахунок регулювання насиченості водою демпферної подушки. Максимальні значення ударних зусиль будуть в крайніх точках моноліту, при  $r_i = h$ . В подальшому можливо розрахувати оптимальні геометричні розміри підстилаючої подушки, її жорсткість залежно від гранулометричного складу.

#### 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.* – С-Пб. : 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.* – Магнітогорск, 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 20.03.2013