

**В.І. Шамрай, аспір.  
О.А. Зубченко, ст. викл.**

*Житомирський державний технологічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧАСУ РУЙНУВАННЯ НЕГАБАРИТІВ НА ОБ'ЄМ УТВОРЕНИХ КОНДИЦІЙНИХ ШМАТКІВ**

*(Представлено д.геол.н., доц. Підвисоцьким В.Т.)*

*Дослідження показали, що на Лезниківському родовищі гранітів найбільше зустрічається плитчаста форма негабаритів. Негабарити були розбиті на групи за об'ємом і встановлено їх середній час руйнування залежно від групи. Негабарити були розподілені за кількістю стадій, на яких він руйнується і залежно від груп за об'ємом визначена відносна кількість зруйнованих негабаритів. Встановлено залежності між об'ємом утворених кондиційних шматків і часу руйнування негабаритів для кожної групи за об'ємом протягом двох, трьох і чотирьох стадій. Досліджено хронометраж руйнування негабаритів, утворення кондиційних шматків каменю за час  $t$  на певних стадіях руйнування негабаритів відповідно до групи за об'ємом. Надалі це дозволить дослідити ефективність використання робочого часу гідромолота, що дасть зменшити енерговитрати на руйнування негабаритів.*

**Ключові слова:** дроблення; гідромолот; негабарити; кондиційні шматки; стадії руйнування.

**Постановка проблеми.** Існує багато методів дроблення негабаритів. Деякі з підприємств застосовують вибухові способи, інші – механічні. Кожен із способів має низку переваг та недоліків, але головну роль відіграє продуктивність процесу дроблення. Дослідження основних факторів, що впливають на продуктивність робочого обладнання та гірничотехнічних умов розробки корисних копалин дозволить збільшити продуктивність процесу руйнування. Останнім часом широкого поширення набув спосіб руйнування негабаритів за допомогою гідромолотів [1], що обумовлює безпечність та продуктивність ведення видобувних робіт. Є багато видів гідромолотів з різними технологічними показниками, які мають різну продуктивність дроблення. Але залежно від порід, що підлягають вторинному руйнуванню продуктивність гідромолоту може змінюватися. Продуктивність руйнування негабаритів визначається часом, за який негабарит є повністю зруйнований, саме тому автори публікації досліджують вплив часу руйнування негабаритів на об'єм утворених кондиційних шматків.

**Аналіз джерел дослідження.** Дослідженням руйнування негабаритів займалися G.Yang, J.Fang [2], L.Xu, P.Sh. Набиуллин, в працях [3–5] вивчена конструкція робочого органу гідромолоту, конструктивні та режимні параметри обладнання вторинного дроблення гірських порід та негабаритних блоків. Також у працях [6, 7] були експериментально досліджені процеси руйнування негабаритів ударами. Такі дослідження дають можливість для подальшого розроблення нових способів механічного руйнування негабаритів на кондиційні шматки, розроблення нових методик руйнування негабаритів для певних гірничотехнічних умов, із урахуванням фізико-технічних властивостей гірських порід. Дослідження [8, 9] показують, що ефективне руйнування негабаритів із заданими розмірами і фізико-механічними властивостями забезпечується під час збільшення енергії одиночного удару. Аналіз літературних джерел показує, що було зроблено багато досліджень з конструктивних та режимних параметрів обладнання вторинного дроблення гірських порід, але мало були розглянуті питання, які пов'язані з оптимізацією часу дії гідромолоту на негабарит, а також досліджень з утворення шматків каменю (кондиційних та негабаритів) під час використання гідромолоту.

**Мета та завдання дослідження.** Метою є вивчення закономірностей утворення кондиційних шматків каменю залежно від часу руйнування негабаритів на певній стадії.

**Методика дослідження.** Експериментальні дослідження проводилися на Лезниківському родовищі гранітів з використанням гідромолоту DAEWOO DOOSAN DXB 90, який застосовувався для руйнування негабаритів. Був проведений замір геометричних розмірів негабаритів та час їх руйнування. Взагалі проведено 250 замірів. Під час руйнування негабаритів плитчастої форми на кондиційні шматки, руйнування відбувається в декілька стадій. Негабарити були поділені за кількістю стадій, на яких вони руйнуються та на кожному графіку, що зображує руйнування, на певній стадії показані об'єми утворених шматків, які руйнуються за певний час залежно від групи негабаритів за об'ємом.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** В даному експерименті використовувався гідромолот DAEWOO DOOSAN DXB 90, технічні характеристики якого показані в таблиці 1 на базі екскаватора DAEWOO DOOSAN SOLAR 255LC-V.

Технічні характеристики гідромолотів DAEWOO DOOSAN DXB 90

Технічні характеристики	Значення
Маса машини, т	12~16
Експлуатаційна маса, кг	940
Діаметр інструменту, мм	107
Робочий тиск, бар	180
Потік, л/хв.	80 (min)
	140 (max)
Частота ударів за хвилину	820
Енергія удару, Дж	2100

Під час руйнування негабаритів, одним із важливих чинників, що впливає на ефективність руйнування негабаритів є його форма, яка визначається за відносним співвідношенням розмірів, у якому ширина шматка (середній розмір) прийнята за одиницю.

Відповідно до класифікації Л.І. Барона [1] прийняті такі форми негабаритів:

- кубічна ( $c = 1 \dots 0,7$ );
- стовпчаста ( $a > 1,3$ ;  $c = 1 \dots 0,7$ );
- плитчаста ( $a = 1 \dots 1,3$ ;  $c = 0,7 \dots 0,3$ );
- подовжено-плитчаста ( $c = 0,7 \dots 0,3$ );
- пластинчаста ( $c \leq 0,3$ );
- подовжено-пластинчаста ( $c < 0,3$ ),

де  $a$  і  $c$  – відповідно відносні довжина і товщина негабариту.

Об'єм негабариту визначався під час обмірювання в трьох взаємоперпендикулярних напрямках. При вимірах установлюються середні розміри негабариту (усереднення здійснюється приблизно).

При дослідженні руйнування негабаритів на Лезниківському родовищі гранітів найбільш поширена плитчаста форма негабаритів, тому в даній роботі розглядаються негабарити такої форми.

Також досліджувані негабарити умовно поділені за об'ємом на 3 групи:

- 1 група – до 0,75 куб. м;
- 2 група – від 0,75 до 1,5 куб. м;
- 3 група – більше 1,5 куб. м.

Під час дослідження руйнування негабаритів, залежно від стадії дроблення при якій негабарит є повністю зруйнований на кондиційні шматки, були сформовані діаграми, на яких показана відносна кількість досліджуваних негабаритів, що руйнується на певній стадії залежно від групи за об'ємом (рис. 1, 2, 3).

Руйнування негабариту на кондиційні шматки може відбутися в одну або декілька стадій. Кількість стадій руйнування негабариту залежить від багатьох факторів, основними з яких є розміри та форма негабаритів, крок відбивання негабариту. Під стадією руйнування негабариту слід розуміти процес дроблення негабариту на кондиційні шматки, де об'єм негабариту при першій стадії – це негабарит, з початковим об'ємом який утворився з масиву під час первинного руйнування гірської породи; кондиційний об'єм – це об'єм кондиційних шматків, що утворився під час руйнування первинного негабариту. Негабарити, що підлягають другій стадії дроблення – це такі, що утворилися під час першої стадії руйнування гідромолотом. Відповідно, кондиційні шматки – це результат 2 стадії дроблення. Подальші характеристики стадій дроблення визначаються таким самим чином.

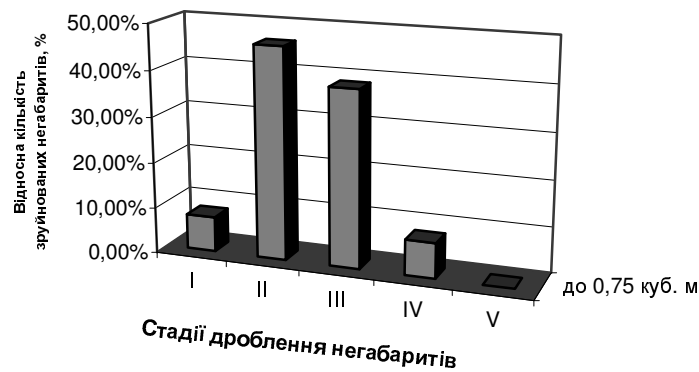


Рис. 1. Діаграма відносної кількості зруйнованих негабаритів 1 групи за об'ємом залежно від кінцевої стадії його повного дроблення

Як видно з рисунка 1, негабарити 1 групи за об'ємом найчастіше руйнуються на стадії 2, що складає 45 % від усіх зруйнованих негабаритів, а також на стадії 3.

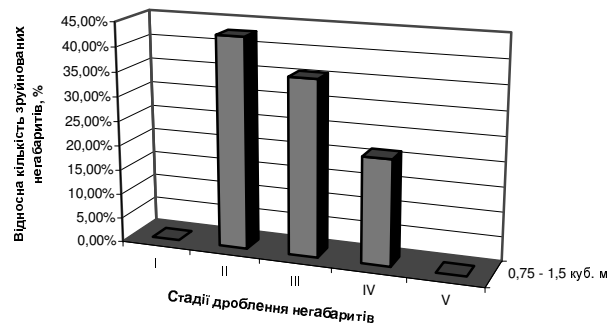


Рис. 2. Діаграма відносної кількості зруйнованих негабаритів 2 групи за об'ємом залежно від кінцевої стадії його повного дроблення

Як видно з рисунка 2, негабарити 2 групи за об'ємом найчастіше руйнуються на другій стадії, що складає близько 43 % від усіх зруйнованих негабаритів, а також на стадії 3, 4.

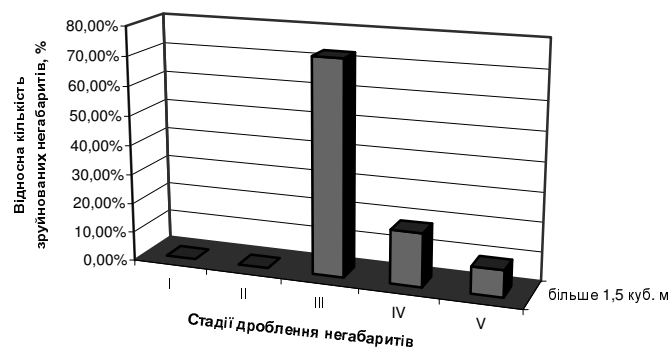


Рис. 3. Діаграма відносної кількості зруйнованих негабаритів 3 групи за об'ємом залежно від кінцевої стадії його повного дроблення

Як видно з рисунка 3, негабарити 3 групи за об'ємом найчастіше руйнуються на стадії 3, що складає близько 73 % від усіх зруйнованих негабаритів, значно менше руйнування відбувається на стадії 4, що складає близько 18 % та на – стадії 5 близько 8 %.

Дроблення одного негабаритного шматка породи здійснюється [10] приблизно за 10–12 ударів гідроударної установки. Гідроударна установка може виконати 300–500 ударів за хвилину, це означає, що для руйнування одного негабариту має пройти декілька секунд.

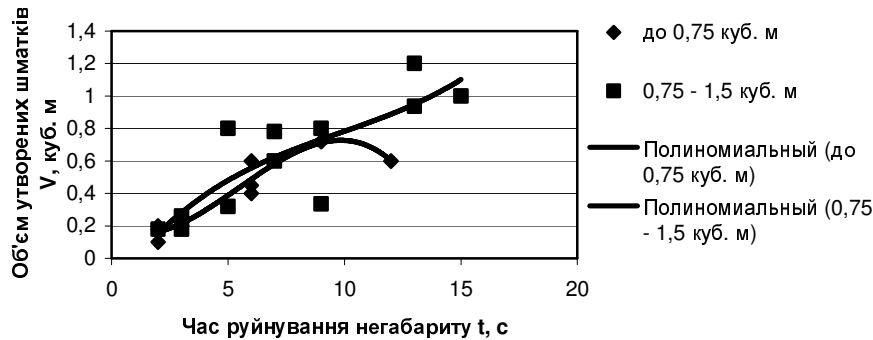


Рис. 4. Хронометраж руйнування негабаритів з об'ємом шматків  $V$ , які були розбиті за час  $t$  протягом двох стадій

Під час руйнування негабаритів об'ємом до 0,75 куб. м в дві стадії хронометраж руйнування негабаритів описується кубічною функцією  $V(t)$ :

$$V = -0,0018t^3 + 0,0291t^2 - 0,0598t + 0,181, \text{ куб. м}, \quad (1)$$

де  $V$  – об'єм утворених шматків, куб. м;  
 $t$  – час руйнування негабариту, с.

Під час руйнування негабаритів об'ємом 0,75–1,5 куб. м в дві стадії хронометраж руйнування негабаритів описується кубічною функцією  $V(t)$ :

$$V = 0,0005t^3 - 0,0143t^2 + 0,1895t - 0,1712, \text{ куб. м}. \quad (2)$$

З рисунка 4 видно, що час руйнування негабаритів 2 групи в дві стадії не перевищує 15 с. При цьому максимальний об'єм розбитих шматків складає 1,1 куб. м. Для негабаритів 1 групи об'ємом до 0,75 куб. м час руйнування складає 12 секунд. Перетин графіків показує, що найбільш ефективно розбивання негабаритів відбувається в перші 9 секунд, при цьому об'єм утворених шматків складає 0,75 куб. м.

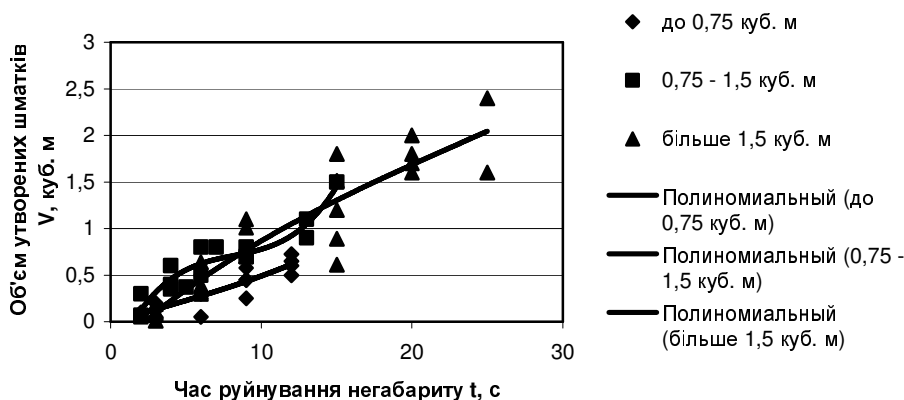


Рис. 5. Хронометраж руйнування негабаритів з об'ємом шматків  $V$ , які були розбиті за час  $t$  протягом трьох стадій

Під час руйнування негабаритів об'ємом до 0,75 куб. м в три стадії, хронометраж руйнування негабаритів описується кубічною функцією  $V(t)$ :

$$V = 9 \cdot 10^{-5}t^3 - 0,0009t^2 + 0,0506t - 0,0128, \text{ куб. м}, \quad (3)$$

де  $V$  – об'єм утворених шматків, куб. м;  
 $t$  – час руйнування негабариту, с.

Під час руйнування негабаритів об'ємом 0,75–1,5 куб. м в три стадії, хронометраж руйнування негабаритів описується кубічною функцією  $V(t)$ :

$$V = 0,0017t^3 - 0,0406t^2 + 0,3634t - 0,4536, \text{ куб. м.} \quad (4)$$

Під час руйнування негабаритів об'ємом більше 1,5 куб. м в три стадії, хронометраж руйнування негабаритів описується кубічною функцією  $V(t)$ :

$$V = 4 \cdot 10^{-5}t^3 - 0,0031t^2 + 0,1432t - 0,3018, \text{ куб. м.} \quad (5)$$

З рисунка 5 видно, що час руйнування негабаритів групи 3 в дві стадії не перевищує 25 с. При цьому максимальний об'єм розбитих шматків складає 2,1 куб. м. Для негабаритів групи 1 об'ємом до 0,75 куб. м час руйнування складає 12 секунд. Перетин графіків показує, що найбільш ефективно розбивання негабаритів відбувається в 9 та 14 секунд, при цьому об'єм утворених шматків складає 0,75 та 1,25 куб. м відповідно.

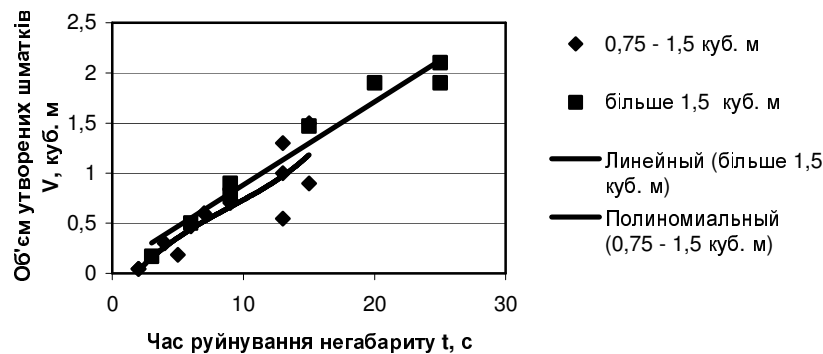


Рис. 6. Хронометраж руйнування негабаритів з об'ємом шматків  $V$ , які були розбиті за час  $t$  протягом чотирьох стадій

Під час руйнування негабаритів об'ємом 0,75–1,5 куб. м в чотири стадії, хронометраж руйнування негабаритів описується кубічною функцією  $V(t)$ :

$$V = 0,0004t^3 - 0,0111t^2 + 0,1685t - 0,2623, \text{ куб. м.} \quad (6)$$

де  $V$  – об'єм утворених шматків, куб. м;  
 $t$  – час руйнування негабариту, с.

Під час руйнування негабаритів об'ємом більше 1,5 куб. м в чотири стадії, хронометраж руйнування негабаритів описується лінійною функцією  $V(t)$ :

$$V = 0,0829t + 0,0547, \text{ куб. м.} \quad (7)$$

З рисунка 6 видно, що час руйнування негабаритів 3 групи в дві стадії не перевищує 25 с. При цьому максимальний об'єм розбитих шматків складає 2,1 куб. м. Для негабаритів 2 групи час руйнування складає 15 секунд, при цьому об'єм утворених шматків складає 1,25 куб. м.

#### Висновки:

1. Існують різні форми негабаритів, найчастіше зустрічаються плитчасті форми негабаритів, надалі слід дослідити характер утворення різних форм негабаритів, оскільки вона впливає на час руйнування негабариту, і, відповідно, на продуктивність його руйнування.

2. Дослідження показали, що середній робочий час руйнування негабаритів для різних груп каменю складає: 1 група – 9 секунд; 2 група – 15 секунд; 3 група – 25 секунд.

3. Встановлено, що негабарити найчастіше руйнуються в дві, три або в чотири стадії. Для другої стадії ефективно руйнування відбувається до 9 секунд, при цьому об'єм утворених шматків складає – 0,75 куб. м; для третьої до 14 секунд, об'єм утворених шматків складає – 1,25 куб. м.

4. Дані дослідження дозволять дослідити ефективно використання робочого часу гідромолоту, що дозволить зменшити енерговитрати на руйнування негабаритів.

#### Список використаної літератури:

1. *Набиуллин Р.Ш.* Анализ существующих способов дробления негабаритов / *Р.Ш. Набиуллин* // Горные машины и автоматика. – 2005. – № 3. – С. 41–44.
2. *Yang G.* Structure parameters optimization analysis of hydraulic hammer system / *G.Yang, J.Fang* // Modern Mechanical Engineering. – 2012. – P. 137–142.

3. *Xu T.L.* Simulation research on affecting hydraulic hammer working performance / *T.L. Xu* // *Lubrication engineering*. – 2006. – № 5. – P. 108–110.
4. *Xu T.L.* Study of main technical parameters affecting performance for hydraulic breaking hammer / *T.L. Xu* // *Construction Machinery*. – 2005. – № 6. – P. 67–68.
5. *Набиуллин Р.Ш.* Анализ и разработка конструктивной схемы оборудования для вторичного дробления пород : дис. ... канд. тех. наук / *Р.Ш. Набиуллин*. – Екатеринбург, 2008. – 104 с.
6. *Набиуллин Р.Ш.* Новые технические решения для разрушения негабаритов в условиях карьеров / *Р.Ш. Набиуллин* // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2005. – № 6. – С. 251–252.
7. *Данилов А.В.* Определение работы на разрушение горных пород при локальном динамическом нагружении / *А.В. Данилов* // *Нетрадиционные технологии и оборудование для разработки сложноструктурных МПИ. Чтения памяти В.Р. Кубачека : сб. док. III межд. науч.-тех. конф.* – Екатеринбург : УГГУ, 2005. – С. 46–49.
8. *Угрюмов И.А.* Обоснование основных параметров гидромолота с беззолотниковым блоком управления для экскаваторов : дис. ... канд. тех. наук / *И.А. Угрюмов*. – Омск, 2004. – 112 с.
9. *Федулов А.И.* Ударное дробление крепких материалов / *А.И. Федулов, Р.А. Иванов* // *Механизация строительства*. – 2005. – № 1. – С. 7–9.
10. *Коробійчук В.В.* Дослідження впливу характеристик гідрударних установок на їх продуктивність / *В.В. Коробійчук, О.В. Мозговенко* // *Вісник ЖДТУ : Технічні науки*. – 2009. – № 1 (48). – С. 160–167.

ШАМРАЙ Володимир Ігорович – аспірант кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- фактурна обробка природного каменю.

ЗУБЧЕНКО Олена Анатоліївна – старший викладач кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- енергозберігаючі технології.

Стаття надійшла до редакції 07.10.2014