

- да [Текст] / Б. В. Архипов и др.; отв. ред. А. П. Абрамов. – Москва: Вычислительный центр им. А. А. Дородницына Российской акад. наук, 2007. – 74 с.
3. Едигаров, А. С. Математическое моделирование аварийного истечения и рассеивания природного газа при разрыве газопровода [Текст] / А. С. Едигаров, В. А. Сулейманов // Математическое моделирование. – 1995. – Т. 7, № 4. – С. 37–52.
 4. Олійник, А. П. Математичні моделі процесу квазістаціонарного деформування трубопроводних та промислових систем при зміні їх просторової конфігурації [Текст] / А. П. Олійник // Наукове видання. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 320 с.
 5. Larson, R. G. Instabilities in viscoelastic flows [Text] / R. G. Larson // Rheol. Acta. – 1992. – Vol. 31, № 3. – P. 213–263.
 6. Frigaard, I. A. On the stability of Poiseuille flow of a Bingham fluids [Text] / I. A. Frigaard, S. D. Howison, I. J. Sobey // J. Fluid Mechanics. – 1994. – Vol. 263. – P. 133–150.
 7. Георгиевский, Д. В. Устойчивость процессов деформирования вязкопластических тел [Текст] / Д. В. Георгиевский. – М.: УРСС, 1998. – 176 с.
 8. Шкадов, В. Я. Течения вязкой жидкости [Текст] / В. Я. Шкадов, З. Д. Запryanov. – М.: Из-во Моск. ун-та, 1984. – 200 с.
 9. Андерсон, Д. Вычислительная гидромеханика и теплообмен [Текст] / Д. Андерсон, Дж. Таннехил, Р. Плетчер // М.: Мир. – 1990. – Т. 1. – 384 с.
 10. Олійник, А. П. Дослідження впливу параметрів релаксації на збіжність чисельного методу послідовної верхньої релаксації для задачі Діріхле [Текст] / А. П. Олійник, Л. О. Штаер // Карпатські математичні публікації. – 2012 – Т. 4, № 2. – С. 289–296.
 11. Олейник, О. А. Математические методы в теории пограничного слоя [Текст] / О. А. Олейник, В. Н. Самохин. – М.: Физматлит, 1997. – 512 с.
 12. Олійник, А. П. Моделирование течения вязкой жидкости при наличии оттока через границу области и перепада давления [Текст] / А. П. Олійник, Л. Е. Штаер // Вестник Московского Университета. Серия 1. Математика. Механика. – 2013. – № 3. – С. 61–65.

Проведено аналіз хронометражу руйнування негабаритів гідромолотом. У статті розглянуті фактори, що впливають на ефективність процесу механічного руйнування негабаритів, а також вплив розташування негабариту на продуктивність гідромолотів, визначені залежності продуктивності та питомої енергоємності від об'єму негабариту при його різному розташуванні

Ключові слова: дроблення, гідромолот, негабарити, продуктивність, енергоємність, бойок, зусилля, основа, відскік, заходка

Проведен анализ хронометража разрушения негабаритов гидромолотом. В статье рассмотрены факторы, влияющие на эффективность процесса механического разрушения негабаритов, а также влияние расположения негабарита на производительность гидромолотов, определены зависимости производительности и удельной энергоёмкости от объема негабарита при его различном расположении

Ключевые слова: дробление, гидромолот, негабарит, производительность, энергоёмкость, боек, усилия, основа, отскок, заходка

1. Вступ

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 про-

УДК 622.35

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОМОЛОТУ DAEWOO DOOSAN НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ

О. А. Зубченко

Старший викладач*

E-mail: kgtkvv2@rambler.ru

В. В. Коробійчук

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: kgtkvv2@rambler.ru

В. І. Шамрай

Аспірант*

E-mail: kgtkvv2@rambler.ru

*Кафедра розробки родовищ корисних копалин

ім. проф. Бакка М. Т.

Житомирський державний технологічний університет
ул. Черняхівського, 103, г. Житомир, Україна, 10005

цесу 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 гідромо-

лотів [1], що обумовлює безпечність та продуктивність ведення видобувних робіт. Нині дана технологія руйнування негабариту маловивчена, саме тому автори в публікації здійснюють аналіз технологічних робіт з руйнування негабаритів гідромолотом з метою збільшення продуктивності робочого обладнання.

2. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є дослідження впливу технологічних параметрів гідромолоту DAEWOO DOOSAN DXB 90 на базі екскаватора DAEWOO DOOSAN SOLAR 255LC-V на його продуктивність на Сабарівському кар'єрі гранітів (м. Вінниця, Україна), а також визначення енергоємності руйнування негабаритних шматків гірської породи.

3. Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідженням руйнування негабаритів займалися G. Yang, J. Fang [2], L. Xu, P. Ш. Набиуллин, в працях [3 – 5] вивчена конструкція робочого органу гідромолоту, конструктивні і режимні параметри обладнання вторинного дроблення гірських порід та негабаритних блоків. Також в 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 врахуванням фізико-технічних властивостей гірських порід. Дослідження [8, 9] показують, що ефективно руйнування негабаритів із заданими розмірами і фізико-механічними властивостями забезпечується при збільшенні енергії одиничного удару, що приводить до зниження енергоємності руйнування. При малих значеннях енергії удару (менше деякого граничного значення) енергоємність різко зростає. Аналіз літературних джерел показує, що було зроблено багато досліджень з конструкторських та режимних параметрів обладнання вторинного дроблення гірських порід, але мало були розглянуті питання, які пов'язані з технологічними параметрами бутобоїв, оптимізацією їх паспортів вибою.

4. Дослідження продуктивності гідромолоту

Технічна продуктивність гідромолоту визначається його ефективною потужністю, тобто добутком енергії удару і частоти ударів. Чим більше міцність матеріалу, який потрібно руйнувати за допомогою гідромолота, тим більший вплив на продуктивність надає величина енергії удару. Гідромолот з більшою енергією удару дозволяє відколювати від масиву шматки більшого розміру, пробивати більш товсті шари скельних покриттів, руйнувати негабаритні шматки породи більшого об'єму. Якщо ж потрібно руйнувати будь-які відносно невеликі шматки негабариту, для них більш кращими будуть гідромолоти з меншою енергією удару, але з більшою частотою ударів. Енергія удару гідромолота має бути такою, щоб руйнування

оброблюваного матеріалу під вістрям його робочого інструменту відбувалося не більше ніж за 15–30 с. При руйнуванні в'язких матеріалів таких як, наприклад, мерзлий ґрунт, різні вапняки і подібні їм матеріали, вирішальний вплив на продуктивність гідромолота має енергія удару, тому що для утворення тріщин в оброблюваному матеріалі необхідно робочий інструмент занурити на досить велику глибину. Енергією удару молота є кінетична енергія бойка:

$$E = \frac{mv^2}{2}, \quad (1)$$

де m – маса бойка; v – швидкість бойка в момент зіткнення з інструментом.

Одна і та ж величина енергії може бути отримана за рахунок швидкості руху бойка або за рахунок його маси. При рівній енергії удару ефективнішим буде той гідромолот, у якого більше маса бойка. На жаль, масу бойка виробники гідромолотів не вказують у своїх проспектах і каталогах. У багатьох випадках в технічних характеристиках гідромолотів не наводиться і значення енергії удару. Це, ймовірно, пов'язано з тим, що цей показник практично неможливо виміряти в експлуатаційних умовах, та й величина цього показника не стабільна, і залежить від продуктивності насоса базової машини, від кута нахилу осі молота від вертикалі, і пружних властивостей оброблюваного матеріалу.

При руйнуванні негабаритів слід враховувати багато факторів, що впливають на продуктивність робочого обладнання. Фактори, які визначають ефективність процесу ударного руйнування, досить різноманітні і залежать від гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов розробки корисних копалин.

Показники процесу руйнування формуються при дії наступних факторів:

- фізико-механічні властивості гірських порід (щільність, міцність тощо);
- маса, об'єм, форма і текстура негабаритів;
- умови розміщення негабаритів на робочій площадці (розкладання на підготовленій поверхні, у навалі);
- твердість основи (скельна або пухка основа);
- параметри ударного механізму (гідромолота) та інструмента;
- розміри робочої зони бутобою (висота підйому молота, виліт стріли, кут вектора ударного імпульсу до поверхні негабариту);
- зусилля притиснення інструмента до негабариту.

Вплив основних факторів (властивості порід, маса і об'єм негабариту, параметри гідромолота тощо) вивчені досить повно.

Для визначення ефективності процесу ударного руйнування були проведені експериментальні дослідження, завданням якого була оцінка ступеня впливу на показники процесу руйнування мало вивчених або недостатньо розглянутих у технічній літературі факторів, таких як форма негабаритів, умови їхнього розміщення на робочій площадці, твердість основи, крок відбивання тощо.

При проведенні експериментів визначалися співвідношення між досліджуваними факторами (па-

раметрами) і значеннями показників процесу руйнування.

Для оцінки ефективності процесу руйнування прийняті наступні показники:

- енергія одиничного удару;
- сумарна енергія виконаних ударів до одержання кондиційних осколків;
- енергоємність руйнування негабариту (відношення сумарної енергії до об'єму негабариту).

$$a = \sum \frac{A_{\text{пит}}}{V_{\text{нег}}}, \text{ кДж/м}^3, \quad (2)$$

де $A_{\text{пит}}$ – сумарна енергія ударів, яка направлена на руйнування негабариту, кДж; $V_{\text{нег}}$ – об'єм негабариту, м³.

Характеристики досліджуваних факторів визначалися таким чином.

Форма негабариту визначалася за відносним співвідношенням розмірів, у якому ширина шматка (середній розмір) прийнята за одиницю.

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

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

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

Об'єм негабариту визначався при обмірюванні в трьох взаємно перпендикулярних напрямках. При вимірах устанавлюються середні розміри негабариту (усереднення здійснюється приблизно).

Структура і текстура негабаритів оцінювалася лише якісно за особливостями будови (однорідність структури, наявність включень тощо) і за характером взаємного розташування складових елементів (шаруватості, тріщинуватості та іншими текстурними ознаками).

Характеристики фізико-механічних властивостей гірських порід приймалися залежно від розроблювального блоку масиву гірських порід.

У ході експериментів фіксувався вид удару, обумовлений місцем і кутом ударного навантаження до поверхні негабариту:

- прямий або косий (кут вектора ударного імпульсу до поверхні негабариту менше 90°);
- центральний або позацентровий (якщо вектор ударного імпульсу не проходить через центр маси негабариту).

Руйнування негабариту відбувається за рахунок відколу при розвитку тріщини (рис. 1).

Якість дроблення негабариту визначається відбиванням кондиційних шматків і малому вмісті дріб'язку при найменшій кількості ударів.

При руйнуванні негабаритів плитчастої і пластинчастої форм досягається висока якість дроблення (рис. 1, а).

При складній конфігурації (кутастій формі) негабариту в процесі руйнування спостерігаються несприятливі режими роботи гідромолоту – простріл (холостий удар) або бічний відскік (рис. 1, б).

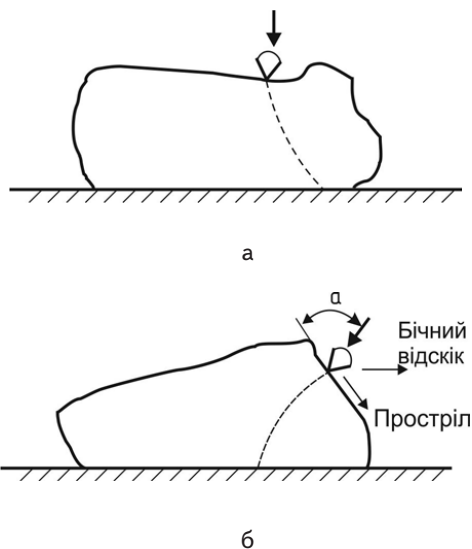


Рис. 1. Руйнування негабаритів: а – прямий удар; б – косий удар ($\alpha < 90^\circ$)

В даному експерименті використовувався гідромолот DAEWOO DOOSAN DXB 90 технічні характеристики якого показані в табл. 1 на базі екскаватора DAEWOO DOOSAN SOLAR 255LC-V (табл. 2).

Таблиця 1

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

Таблиця 2

Технічна характеристика екскаватора DAEWOO DOOSAN SOLAR 255LC-V

Технічні характеристики	Значення
Експлуатаційна маса, т	24,6
Об'єм ковша, м ³	1,1
Потужність двигуна, л.с. (кВт)/ об/хв.	165/2000
Макс. момент двигуна, кг/об/хв.	68/1400
Макс. радіус черпання, мм	10240
Макс. висота черпання, мм	9500
Довжина екскаватора, мм	10110
Ширина екскаватора, мм	3200
Висота екскаватора, мм	3250

За результатами руйнування негабаритів, що розкладені в навал частково (ширина робочої площадки 10 м, довжина 35 м) було побудовано графік залежностей між питомою енергоємністю та об'ємом негабариту (рис. 2). З графіку видно різкий спад питомої енергоємності зі збільшенням об'єму від 0,8 до 1,3 м³,

а також поступове підвищення питомої енергоємності від 1,3 до 2,5 м³. Для даних умов оптимальним шматком негабариту вважається шматок за об'ємом 1,3 м³, що має найменшу питому енергоємність серед інших негабаритів більших або менших за об'ємом. Це пояснюється тим, що при розкладенні в навал негабарити не мають стійку основу, більші за об'ємом негабарити більш стійкі в навалі, менші навпаки. При руйнуванні малих негабаритів простіли відбуваються частіше під час руйнування його в навалі, відповідно до цього енергоємність буде більшою ніж при руйнуванні крупних негабаритів.

Питому енергоємність при розміщенні негабариту в навалі для Сабарівського родовища можна розрахувати за формулою:

$$E = -0,0358V^3 + 1,14V^2 - 11,324V + 53,807 \quad (\text{кДж/м}^3), \quad (3)$$

де V – об'єм негабариту, м³.

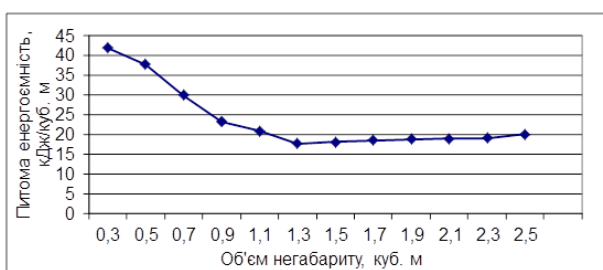


Рис. 2. Графік залежності питомої енергоємності від об'єму негабариту при розміщенні його в навал

За результатами руйнування негабаритів, що розкладені рівномірно (ширина робочої площадки 15 м, довжина 40 м), було побудовано графік залежностей між питомою енергоємністю та об'ємом негабариту (рис. 3). На графіку зображений поступовий спад питомої енергоємності зі збільшенням об'єму від 0,5 до 1,3 м³, а також поступове підвищення питомої енергоємності від 1,3 до 2,5 м³. Для даних умов оптимальним шматком негабариту вважається шматок за об'ємом 1,3 м³, що має найменшу питому енергоємність серед інших негабаритів більших або менших за об'ємом. Це пояснюється тим, що при рівномірному розкладенні негабаритів, більші за об'ємом негабарити потребують повторного дроблення шматків.

Питому енергоємність при рівномірному розміщенні можна розрахувати за формулою:

$$E = -0,0169V^3 + 0,567V^2 - 4,6401V + 33,753 \quad (\text{кДж/м}^3), \quad (4)$$

де V – об'єм негабариту, м³.

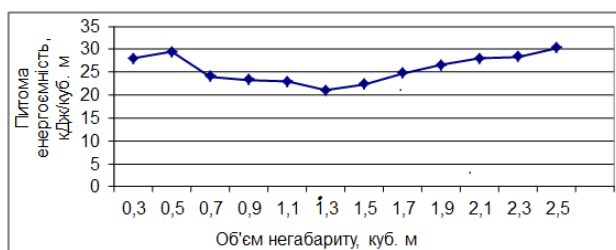


Рис. 3. Графік залежності питомої енергоємності від об'єму негабариту при рівномірному розміщенні

З рис. 4 видно, що для даних умов при розміщенні негабаритів в навал, а також при рівномірному розміщенні оптимальний шматок за об'ємом складає 0,9 м³.

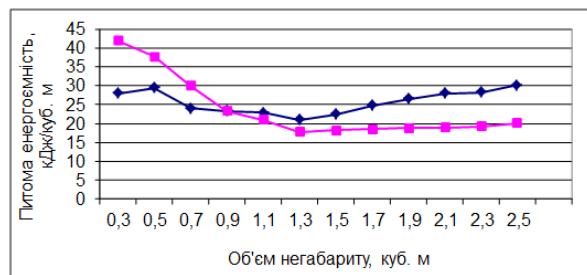


Рис. 4. Визначення значення оптимального об'єму негабаритного шматка

Також на продуктивність дроблення негабариту впливає ширина заходки, оскільки при великій ширині заходки екскаватору потрібен час на займання робочої позиції. Оптимальна величина ширини заходки визначається технічними характеристиками екскаватора, що наведені в табл. 2.

При проведенні експерименту були виявлені наступні особливості роботи екскаватора DAEWOO DOOSAN SOLAR255LC-V, які полягають в наступному:

- при максимально розігнутій стрілі, що дорівнює максимальному радіусу черпання, спостерігається різкий спад продуктивності дроблення, оскільки спостерігається відскок негабариту,
- відповідно до першого пункту ширина заходки має бути меншою ніж максимальний радіус черпання, для забезпечення прижимного зусилля бутобою на негабарит.

При руйнуванні негабаритів гідромолотом DAEWOO DOOSAN ми отримали наступні результати. При розкладенні негабаритів в навал частково гідромолот за 10 годин зруйнував 610 негабаритів. Його середня продуктивність складає 61 негабарит за годину. При рівномірному розкладенні негабаритів гідромолот зруйнував 523 негабаритів, тому його середня продуктивність складає 52,3 негабариту за годину. При цьому об'єм негабаритів коливався в межах від 0,3 до 2,5 м³.

Дроблення одного негабаритного куску породи здійснюється [10] приблизно за 10–12 ударів гідрударної установки. Гідрударна установка може виконати 300–500 ударів за хвилину, це означає, що для руйнування одного негабариту потрібно затратити 2 секунди. Продуктивність гідрударної установки умовно можливо визначити за формулою:

$$T_{ц} = t_{р.нег} + t_{пер} + t_{вст.у}, \quad \text{хв.}, \quad (5)$$

де $t_{р.нег}$ – час, який затрачається на руйнування одного негабариту, в залежності від відстані між негабаритами складає від 10–400 с; $t_{пер}$ – час, який затрачається на пересування гідрударної установки, с; $t_{вст.у}$ – час, який затрачається на встановлення гідрударної установки на негабарит, в залежності від кваліфікації оператора гідрударної установки може складати від 10–60 с.

При рівномірному розкладенні негабаритів, час на виконання допоміжних операцій буде меншим ніж при розкладенні негабаритів в навал, оскільки при розкладенні негабаритів в навал втрачається час на переміщення негабариту для ефективного його дроблення або витіснення з поміж інших кондиційних шматків породи. Рівномірне розкладення негабаритів характеризується більшими розмірами робочої площадки, тому час для переїзду машини буде більшим ніж при дробленні негабаритів в навалі.

Експериментально була визначена продуктивність гідромолота DAEWOO DOOSAN при розкладенні негабаритів в навал частково (рис. 5) та рівномірному розкладенні негабаритів (рис. 6) в залежності від об'єму негабаритів.



Рис. 5. Залежність продуктивності гідромолота DAEWOO DOOSAN в залежності від об'єму негабариту при розкладенні негабаритів в навал

Залежність продуктивності від об'єму можна описати наступною формулою:

$$P = -0,1366V^2 + 8,0075V + 2,8574 \text{ (м}^3\text{/год)}, \quad (6)$$

де V – об'єм негабариту, м^3 .

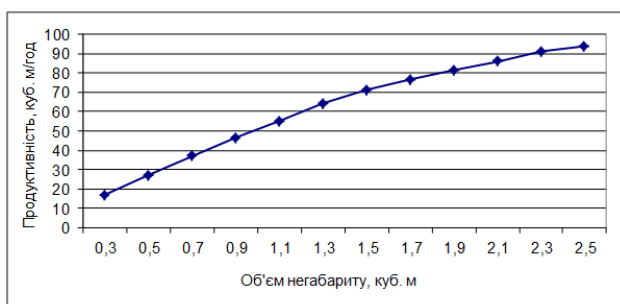


Рис. 6. Залежність продуктивності гідромолота DAEWOO DOOSAN в залежності від об'єму негабариту при розкладенні негабаритів рівномірно

Залежність продуктивності від об'єму можна описати наступною формулою:

$$P = -0,39V^2 + 12,105V + 4,5979 \text{ (м}^3\text{/год)}, \quad (7)$$

де V – об'єм негабариту, м^3 .

Зменшення продуктивності гідромолота DAEWOO DOOSAN при розкладенні негабаритів рівномірно пояснюється тим, що негабаритні шматки мають більший розвал (ширина розвалу 15 м), що по-

гіршує роботу гідромолота за рахунок зменшення притискного зусилля в крайніх точках розвалу. Також слід відмітити, що збільшення заходки бутобою призводить до зменшення точності позиціонування робочого інструмента над негабаритним шматком.

5. Висновки

В результаті проведення експерименту були виявлені наступні особливості:

- у негабаритів з нестійкою основою енергоємність руйнування більше через витрати енергії, які йшли на деформування основи;
- вперше встановлено оптимальні шматки негабариту при його рівномірному розміщенні для гідромолота DAEWOO DOOSAN DXB 90 на базі екскаватора DAEWOO DOOSAN SOLAR 255LC-V;
- на продуктивність гідроударної установки мають значний вплив: технічні особливості цих установок; організація робочого місця та кваліфікація обслуговуючого персоналу;
- встановлено, що збільшення заходки екскаватора з 10 до 15 м призводить до зменшення продуктивності незважаючи на те, що негабарит в ширшій заходці розкладений більш рівномірно, це пояснюється тим, що збільшення заходки бутобою призводить до зменшення точності позиціонування робочого інструмента над негабаритним шматком;
- продуктивність гідромолота DAEWOO DOOSAN DXB 90 на базі екскаватора DAEWOO DOOSAN SOLAR 255LC-V від об'єму негабариту має квадратичну залежність.

Для процесу руйнування негабаритів характерні наступні риси:

- 1) ударний вплив при руйнуванні негабаритів передається на основу і частково поглинається масивом породи. Ефективність процесу руйнування визначається твердістю основи;
- 2) при складній конфігурації негабариту великий відсоток ударів із частковим або повним прострілом, що приводить до істотного зростання навантажень на ударний механізм і базову машину. При цьому можливе розлітання осколків.

Література

1. Набиуллин, Р. Ш. Анализ существующих способов дробления негабаритов [Текст] / Р. Ш. Набиуллин // Горные машины и автоматика. – 2005. – № 3. – С. 41–44.
2. Yang, G. Structure parameters optimization analysis of hydraulic hammer system [Text] / G. Yang, J. Fang // Modern Mechanical Engineering. – 2012. – P. 137–142.
3. Xu, T. L. Simulation research on affecting hydraulic hammer working performance [Текст] / 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 [Текст] / T. L. Xu // Construction Machinery. – 2005. – № 6. – P. 67–68.

5. Набиуллин, Р. Ш. Анализ и разработка конструктивной схемы оборудования для вторичного дробления пород [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / Р. Ш. Набиуллин. – Екатеринбург, 2008. – 104 с.
6. Набиуллин, Р. Ш. Новые технические решения для разрушения негабаритов в условиях карьеров [Текст] / 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 [Текст] : Сб. док. III межд. науч.-тех. конф. / А. В. Данилов // Нетрадиционные технологии и оборудование для разработки сложной структурных МПИ. Чтения памяти В. Р. Кубачека. – Екатеринбург : УГТУ, 2005. – С. 46–49.
8. Угрюмов, И. А. Обоснование основных параметров гидромолота с беззолотниковым блоком управления для экскаваторов [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / И. А. Угрюмов. – Омск, 2004. – 112 с.
9. Федулов, А. И. Ударное дробление крепких материалов [Текст] / А. И. Федулов, Р. А. Иванов. // Механизация строительства. – 2005. – №1. – С. 7–9.
10. Коробійчук, В. В. Дослідження впливу характеристик гідроударних установок на їх продуктивність [Текст] / В. В. Коробійчук, О. В. Мозговенко // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2009. – № 1 (48). – С. 160–167.

Проведений аналіз наукових та патентних даних по гідродинаміці об'ємних реакторів для проведення газорідних реакцій, в тому числі апаратів з самоусмоктуючими мішалками, виявлені основні проблеми по створенню методики розрахунку таких апаратів. На експериментальному стенді були проведені лабораторні випробування з гідродинаміки руху транзитного потоку в середині самоусмоктуючої мішалки, а також запропонована методика розрахунку коефіцієнту витрати

Ключові слова: окиснення, озон, сульфювання, хлорування, когазовміст, самоусмоктуюча мішалка, гідродинаміка, коефіцієнт витрати

Проведен анализ данных по гидродинамике объемных реакторов для проведения газожидкостных реакций, в том числе и аппаратов с самовсасывающими мешалками, выявлены основные проблемы по созданию методики расчета таких аппаратов. На экспериментальном стенде были проведены исследования по гидродинамике движения транзитного потока в середине самовсасывающей мешалки, а также предложена методика расчета коэффициента расхода

Ключевые слова: окисление, озон, сульфирование, хлорирование, газосодержание, самовсасывающая мешалка, гидродинамика, коэффициент расхода

УДК 532.517: 66.063

УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕМІШУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ГАЗОРІДНИХ РЕАКТОРІВ ОБ'ЄМНОГО ТИПУ

В. Я. Стороженко

Кандидат технічних наук, професор*

В. І. Склабінський

Доктор технічних наук, професор*

С. В. Шабрацький

Аспірант*

E-mail: shabracky@rambler.ru

*Кафедра процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв
Сумський державний університет
вул. Римського-Корсакова 2,
м. Суми, Україна, 40007

1. Вступ

У масообмінних процесах, зокрема для систем газ-рідина, апарати об'ємного типу з перемішувачами пристроями у багатьох випадках є найбільш перспективними в сучасній хімічній, нафтохімічній та мікробіологічній промисловості. Особливо це стосується процесів, які супроводжуються хімічною ендотермічною або екзотермічною реакцією, наприклад, процесів хлорування, сульфювання, окислення та ін. В другій половині двадцятого століття в цьому напрямку були проведені фундаментальні дослідження та розроблені нові конструкції апаратів об'ємного типу з механічним диспергуванням газового реагенту, продуктивність яких в основному залежить від діаметру та ча-

стої обертання механічних пристроїв. Підвищення продуктивності таких апаратів приводить до збільшення їх енергоємності. В той же час питанню гідродинаміки руху усмоктуючого реагенту в середині самоусмоктуючих мішалок не приділялося належної уваги. Вивчення гідродинаміки руху транзитного потоку та удосконалення конструктивних елементів мішалок з метою зменшення коефіцієнту витрати на шляху руху усмоктуючих реагентів є актуальною проблемою.

2. Літературний огляд

У класичних апаратах об'ємного типу з перемішувачами пристроями газовий реагент зазвичай подаєть-