

Г.В. Скиба

ВПЛИВ ХІМІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ШВИДКІСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

(Представлено доктором технічних наук, професором Бакка М.Т.)

Викладені результати досліджень щодо застосування як домішок до абразивної суспензії при ультразвуковій обробці природного каменю різних хімічно активних речовин, їх впливу на швидкість та глибину руйнування. Зроблені висновки щодо ефективності використання синтетичних миючих засобів як домішок до суспензій при ультразвуковій обробці каменю.

Природні камені широко застосовуються в різних галузях народного господарства: архітектурі, будівництві, техніці, каменерізьбярстві, скульптурному мистецтві тощо. Розвиток нових методів обробки природного каменю дає змогу значно розширити область його застосування. Мета дослідження – підвищити якість та швидкість обробки каменю на ультразвукових пристроях, додаваючи як домішки до суспензії абразив–вода хімічно активні речовини.

Для досліджень були взяті камені однієї породи. Це кислі граніти Токівського родовища. Як домішки випробовувались різні хімічно активні речовини: електроліти – гідроксид калію (КОН); ортофосфат натрію (Na₃PO₄); силікат натрію (Na₂SiO₃); поверхнево-активні речовини (ПАР) – олеїнова кислота (C₁₇H₃₃COOH); синтетичні миючі засоби – “Біон”. За абразив використовували карбід бору. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Продуктивність руйнування каменю

Речовини-домішки	Глибина руйнування за 1 хв. мм/хв, [l/t]	Маса виробки за 1 хв. г/хв, [m/t]
H ₂ O	0,320	0,02
C ₁₇ H ₃₃ COOH	0,405	0,04
КОН	0,520	0,04
Na ₂ SiO ₃	0,67	0,05
Na ₃ PO ₄	0,73	0,08
“Біон”	1,055	0,095

Руйнування природного каменю проводилось на стаціонарному ультразвуковому пристрої потужністю 1,6 кВт з робочою частотою – 22 кГц. Режим роботи використовувався такий: струм підмагнічування 7А, анодний струм 0,6А.

Обробку каменю здійснювали методом, який базується на раціональному поєднанні ультразвукового та хімічного процесу, комбінованим способом. Одночасне поєднання двох процесів дає змогу досягнути різкого підвищення продуктивності при обробці природних каменів, в даному випадку кислих гранітів. При комбінованій обробці значно скорочується зношення ультразвукового інструмента, особливо, коли за домішки використовуються поверхнево-активні речовини (ПАР) та синтетичні миючі засоби (СМЗ). Електроліти гідроксид калію, фторфосфат натрію підвищують корозію інструмента (концентраторів).

Проведені дослідження свідчать, що електроліти і ПАР як домішки при ультразвуковій обробці каменю є ефективним способом інтенсифікації процесів обробки, дещо підвищують швидкість обробки (див. таблицю 1.). Однак не всі ПАР – ефективні, а лише аніонні, що було підтверджено дослідженнями. Так, використання олеїнової кислоти як домішки не дало ефективних результатів. Олеїнова кислота відноситься до класу неіоногенних ПАР. Вона не існує в розчині, а утворює гідрати, завдяки утворенню водневих зв'язків (1):



Саме цим пояснюються невисокі результати продуктивності руйнування, отримані при використанні олеїнової кислоти як домішки до суспензії. Олеїнова кислота не знижує

поверхневий натяг (σ) на поверхні розділу фаз. Інший недолік – негативний вплив високої температури (нагрівання концентратора під час обробки), який призводить до розпаду ПАР з утворенням ненасиченого вуглеводню. Це знижує продуктивність обробки.

Невисокі результати ефективності руйнування каменю з використанням силікату натрію (Na_2SiO_3), ортофосфату натрію (Na_3PO_4), гідроксиду калію (KOH) як домішок пояснюються тим, що ці речовини підвищують поверхневий натяг на поверхні розділу фаз. В цьому можна переконатись, обчисливши поверхневий натяг водних розчинів даних мінеральних солей та лугу при даній концентрації (5 % розчин) за рівняннями (2), (3):

$$\sigma = \sigma_0 + gC_a \quad (2)$$

$$g = a + bz/r^2, \quad (3)$$

де: σ_0 – поверхневий натяг води (мн/м);
 C_a – концентрація аніона у воді (моль/кг);
 $a = -1,2$ мн·кг/(м·моль);
 $b = 0,085$ мн·нм·кг/(м·моль);
 z – валентність іона; r – радіус іона; (нм).

Розрахунки можна представити у вигляді таблиці (таблиця 2).

Таблиця 2

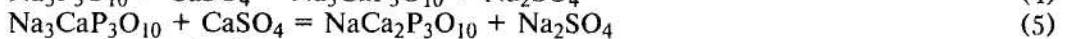
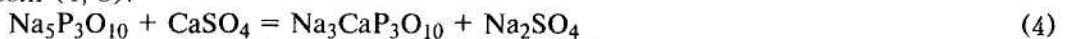
Розрахунок поверхневого натягу розчинів солей та лугу

Речовини	H_2O	Na_3PO_4	Na_2SiO_3	KOH
Поверхневий натяг σ , мн/м	72,8	73,37	73,96	75,02
Радіус аніона r , нм		0,300	0,290	0,153

Як видно з розрахунків, поверхневий натяг водних розчинів електролітів визначається природою та вмістом аніона.

Із збільшенням радіуса аніона (r) поверхневий натяг зменшується.

Хоча окремо взяті речовини: ортофосфат натрію, силікат натрію, гідроксид калію – не дали значних позитивних результатів, вони мають деякі особливості, які були б досить корисні при сумісному їх використанні. Так, силікат натрію (Na_2SiO_3) є хорошим інгібітором корозії металів, знижуючи рН середовища, що необхідно для ефективної роботи ультразвукового інструмента. Ортофосфат натрію (Na_3PO_4) знижує твердість води, підвищуючи тим самим ефективність обробки; вступає в реакцію з катіонами Ca^{2+} , Mg^{2+} , утворюючи нерозчинні комплексні солі (4, 5):



Дані властивості ортофосфату натрію та силікату натрію підвели до припущення про ефективність їх сумісного використання разом з ПАР як домішок до абразивних суспензій при ультразвуковій обробці природного каменю. Аніонні ПАР призводять до підвищення швидкості різання каменю, економії інструменту для різання, завдяки зниженню поверхневого натягу на поверхні розділу фаз.

Таке поєднання даних речовин спостерігається в СМЗ (синтетичних миючих засобах). Для дослідження використовувався СМЗ "Біон". До його складу входять: аніонно активні ПАР (алкілсульфати, 45 %), силікат натрію (5 %), ортофосфат натрію (22,5 %). Результати досліджень підтвердили правильність такого припущення (таблиця 1).

Оскільки при використанні СМЗ потрібно обов'язково враховувати охорону навколишнього середовища, необхідно застосовувати ПАР, які б здатні були піддаватись досить швидкому і повному їх розпаду. Як відомо, алкілсульфати розпадаються досить швидко, то саме вони і були вибрані для досліджень.

Таким чином, використання СМЗ "Біон" як домішок до суспензії абразиву у воді при ультразвуковому руйнуванні природного каменю забезпечує підвищення швидкості різання каменю, зниження зусиль диспергування, що призводить до зниження міцності каменю в зоні руйнування, економії інструменту і відповідає вимогам захисту навколишнього середовища.

СКИБА Галина Віталіївна – аспірант кафедри геотехнології та обробки каменю Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– хімічні процеси гірничого виробництва, геохімія.