

Є.В. Скочко, Л.Є. Скочко

**ПОШУК ПІДХОДІВ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ КАМЕНЕОБРОБЛЮВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ІНСТРУМЕНТІВ І СИСТЕМ**

*Розглянуті деякі підходи до удосконалення робочих інструментів та способів при добуванні та обробці каменю. З врахуванням властивостей взаємодіючих матеріалів інструментів та каменю запропоновані можливі шляхи удосконалення способів обробки.*

Окремими напрямками в розробці нових і удосконаленні існуючих способів добування каменю та обробки кам'яних виробів можуть бути: конструктивне удосконалення відомих інструментів та обладнання; ціленаправлене керування траєкторією та інтенсивністю головного і допоміжного рухів робочого інструмента з метою збільшення співвідношення між величинами руйнування матеріалів каменю та інструмента; інтенсифікація процесів охолодження леза, змащення та відводу із зони різання продуктів руйнування, а також удосконалення інструментальних матеріалів, форми і геометричних параметрів лез робочих інструментів та умов їх експлуатації.

Для порівняння умов взаємодії леза робочого інструмента і поверхні каменю можна використати відоме в математиці поняття тілесного кута [1]. Тілесний кут являє собою частину простору, яка міститься усередині конічної або пірамідальної поверхні з замкненою напрямною. За міру тілесного кута приймають відношення площини  $S$ , яка вирізається тілесним кутом на поверхні кулі довільного радіуса  $R$  з центром у вершині тілесного кута, до квадрата радіуса цієї кулі. Повний тілесний кут навколо точки у просторі дорівнює  $4\pi$  стерадіан. Аналіз умов взаємодії лез робочих інструментів з каменем показує, що в більшості випадків оброблювана поверхня кам'яної заготовки в будь-якій точці контакту вимірюється значенням, приблизно рівним  $2\pi$  стерадіан, а відповідна величина для контактної точки леза інструмента –  $\pi/2 \dots \pi$  стерадіан, тобто менша в 2–4 рази. В цих умовах кам'яна заготовка деформується в контактні в полегшених умовах об'ємного напруженого стану, а лезо робочого інструмента навпаки, – в скрутних умовах лінійного або площинного напруженого стану. Особливо відчутна різниця цих умов спостерігається при ударній роботі інструмента, коли збільшується інтенсивність руйнування як каменю, так і інструмента.

Відомо [2], що по відношенню до всіх інших матеріалів скельні породи характеризуються:

- крихким руйнуванням;
- низьким опором термоудару;
- низьким рівнем мінімальної тріщиностійкості;
- високим рівнем модуля пружності, порівняним з металами при меншому значенні густини;
- значна міцність на стискання, порівняна з металами при меншому значенні густини;
- руйнівне напруження при розтяганні скельних порід на порядок нижче, ніж при стисканні.

Порівняльний аналіз фізико-механічних характеристик матеріалів [3], [4], [5] як оброблюваних каменів, так і лез робочих інструментів наведений у таблиці.

Аналіз табличних даних показує, що інструментальні матеріали мають значні переваги в напрямках твердості, мікротвердості, а також міцності при деформації стискання відносно скеляних порід. Але крихкість, незначна тріщиностійкість та невисока міцність при деформації вигину інструментальних матеріалів, чутливість до яких підсилюється високими значеннями модуля пружності (тобто високою жорсткістю), не дозволяє повністю використати їх переваги. Недоліком більшості лезових інструментів (особливо з подвійною кривизною), які представляють собою концентратори механічної енергії, є також те, що при зануренні частини леза в поверхню каменю під самим лезом створюється стиснений пластичний або квазіпластичний шар кам'яної маси із застійною зоною [6]. Математичний опис величини тиску має вигляд типу кривої насичення, коли, починаючи з деякого миттєвого положення, подальший зріст зусилля вже не викликає збільшення тиску, достатнього для руйнівної дії. Якщо ця думка справедлива для тільки що загостреного інструмента, то тим більше вона слушна для зношених інструментів.

Таблиця 1

Характеристики оброблених та інструментальних матеріалів

Фізичні характеристики Матеріал	Густина % г/см <sup>3</sup>	Модуль пружності E, ГПа	Модуль зсуву G, ГПа	Коефіцієнт Пуасона ν	Границя міцності при стиску σ <sub>c</sub> , МПа	Границя міцності при вигині σ <sub>b</sub> , МПа	Границя міцності при розтягненні σ <sub>p</sub> , МПа	Твердість HV, ГПа	Мікро- твердість ГПа	Коефіцієнт тріщинно- стійкості K <sub>1c</sub> , МПа·м <sup>1/2</sup>
Графіт	2,6...2,7	60...79	25...31	0,17...0,25	192...377		5...10,5	6,65...7,9		
Габро	2,9...3,1	85...108	40	0,27...0,3	147...180		17...20	5,52...7,38		
Лабралорит	2,7...2,9	64...88		0,3...0,4	132...262		7,5...14	3,75...7,6		
Мармур	2,71	51...98	28	0,29...0,4	115...181		6...13	2,3...2,7		
Твердіт стале ВК8	14,4...14,8	540	223	0,21	4800	1600	330	12,2	15,5...16,9	
Белбор (композит 02)	3,5	720			6360	685		60...90	88,2	
Гексант-Р (композит 10)	3,5...3,6	720		0,14...0,16	2000...4000	1180	320	40...70	59	3,8...5,9
ПТНБ-ІПК1	3,6	750			4900	1180			93	
ПТНБ-5НК	3,4	720			3920	588			78,5	
Алмет		500...600			4000...5000			94...96 HRA		
Кіборіт	3,2...3,4	880		0,16	2900...3200		350...390			8,2

Загальними підходами для підвищення продуктивності керованого руйнування каменю і одночасного зниження зносу робочих інструментів при їх взаємодії можуть бути спроби переведення контактної зони руйнування каменю замість об'ємного – у площинний напружений стан, а робочого інструмента навпаки, з осевого – коча б у частково об'ємний напружений стан. Другим напрямком вирішення цієї задачі є підвищення круїності періодично відокремлюваних з припуску на заготівці частинок каменю. Особливим напрямком удосконалення робочих інструментів може бути створення і удосконалення самозагострюваних інструментів.

Основними шляхами підвищення ефективності керованого руйнування каменю можна вибрати:

1) створення достатньої руйнівної напруги в основному за рахунок підвищення похідної інтенсивності зростання тиску;

2) перевід зони руйнування каменю з об'ємного у площинний напружений стан,

3) зменшення величини пластичної зони перед лезом інструмента.

Ці шляхи можуть бути реалізовані при:

– зменшенні кута загострення леза до  $60 \dots 80^\circ$ , а радіуса загострення – до  $0,05 \dots 0,5$  мм;

– заміні при руйнуванні переважної деформації стискання на деформацію зсуву (сколу);

– збільшенні величини та інтенсивності прикладеного робочого зусилля або імпульсу;

– зменшенні тертя робочих поверхонь леза інструмента;

– створенні способів компенсації реактивного зусилля.

Загальними напрямками зменшення руйнації та зносу лез робочих інструментів можуть бути:

1) створення для лез інструмента умов хоча б наближеного об'ємного напруженого стану або площинного;

2) пом'якшення ударного імпульсу на початку контакту леза з поверхнею каменю;

3) створення (по можливості) відносно чистої деформації стискання для тіла леза робочого інструмента на всій його активній траєкторії руху, тобто від початку до кінця контакту з каменем.

Перший із напрямків може бути реалізований за рахунок конструктивного або ж технологічного способів поперечного стиснення ріжучої пластинки у місці її закріплення в інструменті. Для леза пластинки перший і другий напрямки можуть бути втілені, якщо початкове зачистлення леза в камінь виконувати майже статично, тобто при незначному початковому імпульсі, а потім швидко нарощувати величину плинного ударного імпульсу. Також другий і третій напрямки удосконалення умов експлуатації інструментів можуть бути реалізовані за рахунок створення конструкцій пристроїв з керованими осями жорсткості.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.* Справочник по математике. – М.: Наука, 1980. – 976 с.
2. Сопротивление материалов деформированию и разрушению. Справочное пособие. Т. 2. – К.: Наукова думка, 1994. – 702 с.
3. Справочник (кадастр) физических свойств горных пород / Под ред. Н.В. Мельникова и др. – М.: Недра, 1975. – 279 с.
4. *Лещинер Я.А. и др.* Лезвийные инструменты из сверхтвердых материалов. – К.: Техника, 1981. – 120 с.
5. Лезвийный инструмент из сверхтвердых материалов. Справочник / Под общ. ред. акад. Н.В. Новикова. – К.: Техника, 1988. – 118 с.
6. Разрушение / Под ред. Г.Либовиц. Т. 7. Ч. 1. – М.: Мир, 1976. – 634 с.

СКОЧКО Євген Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри "Технології машинобудування і конструювання технічних систем" Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– обробка металів і каменю;

– системний аналіз.

СКОЧКО Лариса Євгенівна – студентка 5-го курсу Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– видобуток та обробка каменю.