

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

М. В. Касьян, И. А. Тер-Азарьев

Динамика износа инструмента при резании камня

Исследование закономерностей износа инструмента при резании камней позволило установить различный характер износа режущего инструмента в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого камня, материала, инструмента и режимов резания [1, 2].

На фиг. 1 представлен резец, изношенный в процессе обработки туфа.

Износ инструмента при обработке туфа характерен тем, что в течение короткого промежутка времени резания вместо режущей хромки появляется плоская площадка, наклоненная к передней грани под некоторым углом. Ширина этой площадки $\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$. Интенсивности изменения Δ_1 и Δ_2 не постоянны и зависят от целого ряда факторов, из которых скорость резания и подача являются наиболее существенными.

В таблице 1 приведены некоторые данные при фрезеровании артекского туфа резцом, армированным твердым сплавом ВК-8.

Не вдаваясь в физическую сущность влияния скорости резания на интенсивность износа, являющееся предметом специального исследования, отметим только то весьма примечательное, обстоятельство,

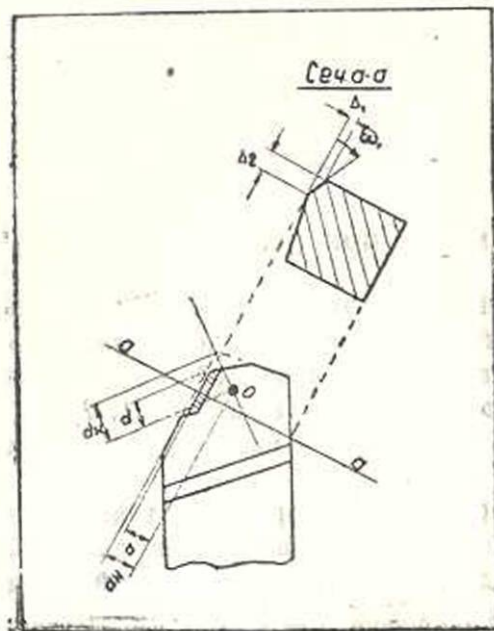
Таблица 1

Режим резания			Текущее время в мин.				Геометрия инструмента
V м/мин	r мм	S _z мм/зуб	120 мин.		260 мин.		
			Δ ₁	Δ ₂	Δ ₁	Δ ₂	
27,5	6	0,79	0,125	0,2	0,225	0,565	φ = 50°, φ ₂ = 11°, α = 9 - 10°, γ = 0, τ = 0, λ = 0
64,0	6	0,765	0,175	0,39	0,315	0,90	
145,0	6	0,53	0,215	0,5	0,38	0,98	
187,0	6	0,435	0,24	0,46	0,36	0,95	
255,0	6	0,45	0,305	0,62	0,47	1,23	
424,0	6	0,43	0,495	1,19	0,17	2,12	

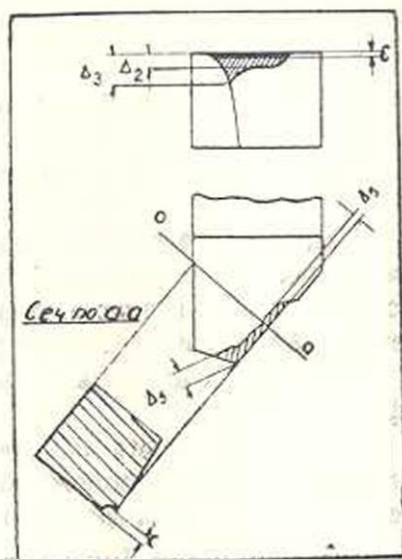
что при обработке туфов площадка износа по главной задней грани инструмента не касательна к плоскости резания, а составляет с ней определенный угол ω_1 (см. фиг. 1).

Износ резца при обработке базальта имеет иной характер (фиг. 2). Помимо износа по задней грани, на передней грани и режущей

кромке появляются признаки износа, сначала в виде отдельных местных разрушений, образующих в дальнейшем луночку с размытой со стороны задней грани полочкой, в виде уступа.



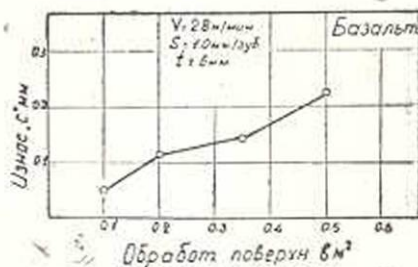
Фиг. 1.



Фиг. 2.

Явления подобного износа обнаруживаются при скорости резания $V > 25$ м/мин. и протекают тем интенсивнее, чем больше скорость.

На фиг. 3 и 4 приведена динамика изменения высоты уступа в зависимости от скорости резания и продолжительности работы инструмента.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

На фиг. 5 приведены кривые износа различных изнашиваемых элементов резца с изменением скорости.

Как видно из приведенных кривых, интенсивность износа по задней грани Δ_2 с увеличением скорости резания вначале уменьшается, затем растет. Интенсивность же износа по передней грани непрерывно возрастает.

Характер износа инструмента при обработке гранитов, существенно не отличается от характера износа при обработке базальта с той лишь разницей, что скорость резания, в практически используемом диапазоне 7—16 м/мин., не оказывает существенного влияния на характер износа, изменяя интенсивность его протекания.

Характер износа инструмента при обработке мраморов отличается той особенностью, что начальная стадия резания характеризуется отсутствием износа по задней грани и округлением режущей кромки. При резании мраморов с большой прочностью в начальной же стадии обнаруживается округление и разрушение режущей кромки. В дальнейшем с увеличением продолжительности работы инструмента наличие указанного округления приводит к заметному износу по задней грани, постепенно увеличивающемуся.

На фиг. 6 приведена динамика протекания износа по отдельным его элементам при обработке арзакендского мрамора с прочностью на сжатие 800 кг/см².

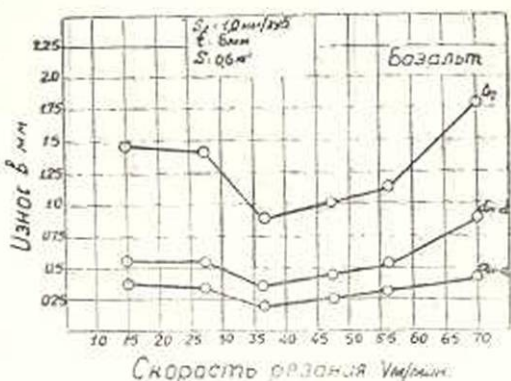
Таким образом, описанные выше особенности износа режущего инструмента показывают различный его характер с изменением физико-механических свойств обрабатываемых камней.

Если мягким породам, типа туфов, свойственно изнашивать инструмент по задней грани, то твердые породы изнашивают инструмент и по задней и по передней граням. Прочные известняки, как, например, прочные мраморы, имеют другую крайность в сравнении с туфами, а именно—свойство интенсивно изнашивать инструмент по передней грани.

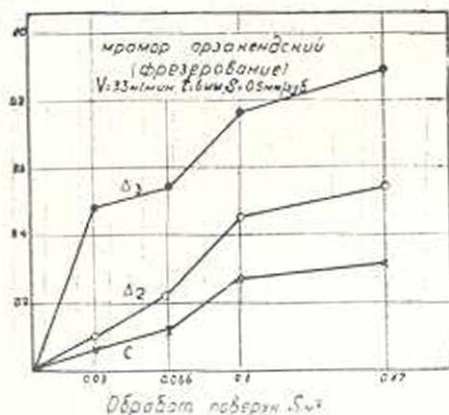
Пренебрегая некоторой пластичностью мраморов, необходимо отметить, что все указанные породы камней, резанием которых исследовался характер износа, принадлежат к группе хрупких тел.

Отсюда мы, казалось бы, вправе вообще предположить одинаковость характера воздействия всех камней (хрупких) на инструмент при разных интенсивностях этого воздействия. Однако опыт показывает несостоятельность такого предположения ввиду недоучета соотношения некоторых физико-механических свойств различных пород камней—абразивности и прочности, приводящих к различной интенсивности износа по передней и задней граням.

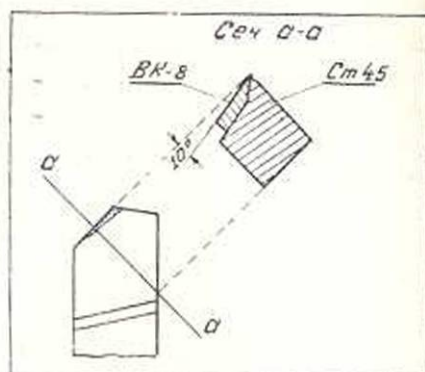
Для выявления влияния интенсивности износа задней грани на износ по передней грани при обработке туфа был изготовлен специальный резец, представленный на фиг. 7. Этот резец разрешает резко умень-



Фиг. 5.



Фиг. 6.



Фиг. 7.

шать интенсивность износа по задней грани за счет армирования задней грани твердым сплавом ВК-8. При работе этим резцом было установлено интенсивное образование лунки по передней грани, характерное для случаев обработки твердых пород.

Таким образом, постановка указанного простого эксперимента убеждает в том, что разнохарактерность износов при обработке различных по физико-механическим свойствам пород — результат воздействия на инструмент обрабатываемого материала с разной интенсивностью по передней и задней граням. Различное их сочетание приводит к различным видам износа. Так, например, при обработке базальта со скоростью резания $V < 25 \text{ м/мин}$ износ по передней грани протекает с малой интенсивностью и обнаруживается лишь непосредственно на режущей кромке; с увеличением скорости резания износ по передней грани прогрессирует и в дальнейшем растет примерно с постоянной интенсивностью (см. фиг. 3).

При обработке туфа интенсивность износа по передней грани мала ввиду малой прочности туфа, а интенсивность износа по задней грани велика ввиду большой абразивности туфа.

Указанная даже малая интенсивность износа по передней грани является причиной наклона площадки износа под углом $\omega_1 = \arctg \frac{\Delta_1}{\Delta_2}$ (см. фиг. 1).

Справедливость этого положения подтверждается тем обстоятельством, что с увеличением подачи на зуб увеличивается ω_1 ввиду большой толщины отделяемых элементов стружки, а следовательно, удаления центра давления от режущей кромки.

В таблицах 2 и 3 приведены некоторые данные, подтверждающие сказанное выше.

Таблица 2

Подача на зуб	Обработанная поверхность 2,4 м ²			Обработанная поверх- ность 4,8 м ²			Геометрия инструм. и режимы резания
	износ в мм		lg ω ₁	износ в мм		lg ω ₁	
	Δ ₁	Δ ₂		Δ ₁	Δ ₂		
0,19	0,22	0,6	0,367	0,3	0,94	0,319	V=187 м/мин, t=6 мм γ=50°, γ ₁ =11°, α=9°, γ=0
0,435	0,2	0,395	0,507	0,285	0,66	0,432	
1,0	0,125	0,215	0,582	0,165	0,32	0,515	

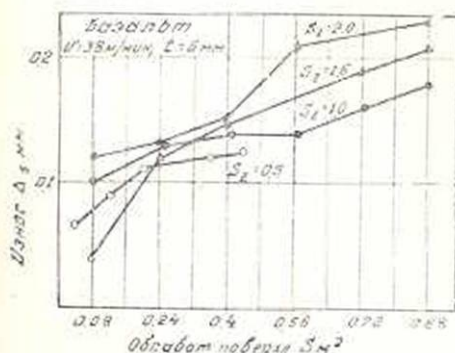
Таблица 3

Подача на зуб	Обработанная поверх- ность 0,8 м ²			Обработанная поверх- ность 4,8 м ²			Геометрия инструм. и режимы резания
	износ в мм		tg α ₁	износ в мм		tg α ₁	
	Δ ₁	Δ ₂		Δ ₁	Δ ₂		
0,26	0,27	0,76	0,355	0,68	2,69	0,252	V = 64 м/мин, t = 6 мм γ = 50°, γ ₁ = 11° α = 9°, γ = 0
1,25	0,1	0,23	0,435	0,21	0,77	0,273	
1,85	0,085	0,18	0,472	0,175	0,49	0,358	
3,0	0,078	0,16	0,488	0,215	0,45	0,478	

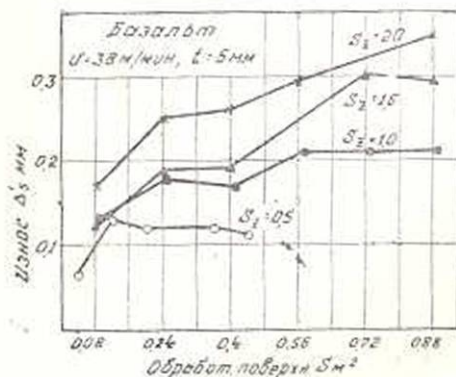
При обработке мрамора ввиду малой его абразивности, но большой прочности износ протекает в основном по передней грани.

Вопросы, связанные с протеканием износа по задней грани при обработке туфов и базальтов, достаточно полно оценены в соответствующих работах [1] при весьма скудном материале об износе инструмента по передней грани, особенно с изменением такого существенного фактора, как подача. Ниже, в таблице 4, приведены некоторые данные при обработке ереванского базальта прочностью 1460 кг/см².

На фиг. 8 и 9 представлена динамика изменения Δ_1 и Δ_2 с увеличением продолжительности работы инструмента.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

Как видно из приведенных кривых и таблицы, износ по передней грани не увеличивается бесконечно, а стремится к своему предельному

Таблица 4

Обработанная поверхность, м^2	Режимы резания			Износ в мм				
	V м/мин.	t мм	S _г мм/зуб	Δ_1	Δ_2	c	Δ'_1	Δ'_2
0,04	38	5	0,5	0,21	0,35	0,015	0,065	0,065
0,12	38	5	0,5	0,47	0,64	0,045	0,13	0,09
0,2	38	5	0,5	0,59	0,82	0,045	0,12	0,11
0,36	38	5	0,5	0,87	1,2	0,05	0,12	0,12
0,44	38	5	0,5	1,01	1,35	0,05	0,11	0,125
0,09	38	5	1,0	0,3	0,58	0,03	0,13	0,1
0,25	38	5	1,0	0,485	0,89	0,06	0,18	0,12
0,41	38	5	1,0	0,61	0,95	0,1	0,17	0,14
0,57	38	5	1,0	0,81	1,24	0,14	0,21	0,14
0,73	38	5	1,0	0,94	1,35	0,14	0,21	0,16
0,9	38	5	1,0	1,04	1,46	0,15	0,21	0,18
0,98	38	5	1,6	0,24	0,4	0,03	0,125	0,085
0,24	38	5	1,6	0,4	0,6	0,065	0,19	0,12
0,4	38	5	1,6	0,55	0,85	0,08	0,19	0,145
0,72	38	5	1,6	0,69	1,02	0,11	0,3	0,19
0,88	38	5	1,6	0,8	1,1	0,145	0,295	0,21
0,08	38	5	2,0	0,31	0,56	0,04	0,17	1,12
0,24	38	5	2,0	0,51	0,8	0,08	0,25	0,13
0,4	38	5	2,0	0,6	1,0	0,1	0,26	0,15
0,56	38	5	2,0	0,67	1,05	0,145	0,295	0,21
0,88	38	5	2,0	0,785	1,2	0,155	0,35	0,23

состоянию для данной подачи ввиду наличия не менее интенсивного износа по задней грани, снимающего часть износа по передней грани. Это состояние соответствует равномерному износу по обеим граням инструмента, характеризующее стабилизацией.

В ы в о д ы

1. В процессе воздействия обрабатываемого камня обе рабочие грани режущего инструмента подвергаются износу. Разная интенсивность износа по граням при обработке мягких пород создает впечатление одностороннего износа. Фактически при большой интенсивности износа по задней грани и малой интенсивности по передней наблюдается лишь износ по задней грани и он как-бы снимает износ по передней.

Однако даже малая интенсивность износа по передней грани при обработке туфов в сочетании с износом по задней, приводит к наклону площадки износа на угол ω_1 .

Угол наклона этой площадки является функцией скорости резания и подачи.

2. При обработке твердых пород камней общее состояние и поведение режущей кромки, являющееся следствием разной интенсивности износа рабочих граней, значительно отличается от поведения режущей кромки при обработке туфов.

При обработке твердых пород износ по передней грани проявляется образованием уступа вдоль режущей кромки и зависит от скорости резания и подачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касьян М. В., Акопов А. А., Тер-Азарьев И. А. Характеристика износа режущего инструмента при обработке туфа, базальта и гранита. Известия АН Армянской ССР (физ.-мат., естеств. и техн. науки), т. III, № 4, 1950.
2. Акопов Р. В. К вопросу о режущих способностях различных инструментальных материалов при обработке камня. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), т. V, № 4, 1952.

Ս. Վ. Կասյան, Ի. Ա. Տեր-Ազարյեվ

ԳՈՐԾԻՔԻ ՄԱՇՄԱՆ ԴԻՆԱՄԻԿԱՆ ՔԱՐԶԱՏՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա. Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոգվածույթ բերված են BK-8 կարծր համաձուլվածքից պատրաստված հատող գործիքի՝ բնական քարերի հատման ժամանակ մաշմանը վերաբերող հիմնական տվյալները: Էքսպերիմենտալ տվյալների հիման վրա պարզված է, որ փափուկ և կարծր ապարների մշակման ժամանակ մաշման տարրեր բնույթը հետևանք է մաշումների սրռչակի դադարվածան ըստ գործիքի առջևի ու հետևի նիստերի: