ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
Տեխնիկական գիտութ. սերիա XI. № 5. 1958 Серия технических наук

СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

К. С. ВАРДАНЯН

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ ПРИ РЕЗАНИИ КАМНЯ

Существующие методы исследования износостойкости режущих материалов можно разделить на две группы:

1) методы исследования износостойкости режущего инструмента непосредственно в процессе резания;

2) методы исследования износостойкости режущего инструмента в условиях моделирующих процесс резания.

При анализе работы режущего инструмента надо различать две трущиеся пары:

а) „обрабатываемый материал—задняя поверхность резца". В этом случае износ происходит вследствие истирания задней поверхности резца абразивными частицами;

б) „стружка—передняя поверхность резца". В этом случае износ по передней поверхности резца является следствием действия пульсирующей нагрузки, возникающей при стружкообразовании, а следов износа в виде царапин не наблюдается. Путь трения от упругого перемещения стружки по поверхности ничтожен по сравнению с путем трения по задней поверхности резца, поэтому понятно, что и износ от упругого перемещения стружки по передней поверхности по сравнению с износом по задней поверхности будет незначительным. Движение стружки после отделения ее от основной массы камня лишь шаржирует переднюю поверхность резца, не давая сколько-либо ощутительной величины износа. С точки зрения стойкости инструмента изнашивание по передней поверхности может служить предметом изучения лишь в том случае, когда имеет место выкрашивание режущей кромки. Характер выкрашивания существенно зависит от вида приложенной нагрузки. При обработке твердых пород под действием динамических нагрузок происходит выкрашивание режущей кромки, что способствует дальнейшему вырыванию из тела пластинки значительных по величине чешуйчатого вида кусочков твердого сплава, приводящих в конечном итоге к образованию „лунки".

При резании мягких пород камня главным образом изнашивается задняя поверхность, поэтому износостойкость твердосплавного режущего инструмента можно охарактеризовать величиной площадки износа, образующейся по задней поверхности резца в процессе резания

или же объемным износом твердого сплава. Поэтому, для данной трущейся пары определяется интенсивность изнашивания в зависимости от пути трения при различных режимах резания (главным образом в зависимости от скорости резания — v и подачи s), т. е. устанавливаются зависимости $l_{тр} = f_1(v)$: $l_{тр} = f_1(s)$.

За показатель интенсивности износа принимается:

1) износ при постоянном пути трения: $\frac{\Delta}{l_{тр}}$ или $\frac{w}{l_{тр}}$;

2) износ при постоянном объеме снятой стружки: $\frac{\Delta}{a \cdot b \cdot l}$ или $\frac{w}{a \cdot b \cdot l}$,

где Δ — линейный износ;

w — объемный износ.

Выбор того или иного критерия зависит от конкретной задачи исследования.

При резании же камней твердых пород главным видом износа является выкрашивание по передней поверхности. Стойкость инструмента определяется прочностью режущей кромки против выкрашивания и, задача стойкостных испытаний заключается в том, чтобы определить предельные подачи, глубины и скорости резания, допускаемые прочностью пластинки твердого сплава.

Устанавливая тот или иной вид ведущего износа, следует выбрать соответствующую методику испытания твердосплавного инструмента, с целью нахождения условий максимальной износостойкости режущего инструмента.

Помимо стойкостных испытаний, весьма важно значение составляющих работ резания и, в частности, работы трения, без знания которых невозможно подойти к теоретическому решению задачи стойкости режущего инструмента.

Для примерной оценки составляющей работы резания пользуемся данными, полученными по ранее описанной методике [1], т. е. методикой определения сил, действующих на заднюю поверхность при различном ее износе, сохраняя неизменность стружкообразования при постоянстве прочих факторов. Так, для фельзитового туфа (Керплинского месторождения $\sigma_{сж} = 575$ *кг/см*^{2}) тангенциальная составляющая усилия резания определяется по формуле:

$$P_z = 1{,}97\ a^x \cdot b + 1{,}91 \cdot b\ \Delta_з, \qquad (1)$$

где a — толщина среза (*мм*);

b — ширина среза (*мм*);

$\Delta_з$ — ширина площадки износа по задней поверхности в *мм*;

$x = 0{,}5$.

В этой формуле первый член представляет нормальное усилие, действующее на переднюю поверхность резца, а второй член — тангенциальное усилие, действующее на заднюю поверхность.

Так как удельное усилие резания $p = \frac{P_z}{a \cdot b}$ *кг/мм*^{2} численно рав-

по удельной работе резания $p = \frac{P_z \cdot l}{a \cdot b \cdot l}$ *кг м.м/м.м*³, то при переходе к удельным значениям формула (1) примет вид:

$$p = \frac{1.97}{a^{1-x}} + \frac{1.91\,\Delta_2}{a} \qquad (2)$$

или $\frac{1.97}{a^{1-x}} = U_{cr}$; $1.91\Delta_2 = U_{тр}$ и тогда $p = U_{cr} + U_{тр}$.

Первый член в правой части уравнения (2) характеризует удельную работу стружкообразования — U_{cr}, второй член характеризует удельную работу трения задней поверхности — $U_{тр}$. Графически эта закономерность показана на рис. 1. Как видно из рис. 1, доля работы трения в общем балансе работы резания возрастает с уменьшением толщины среза. Это и понятно если учесть, что работа трения при одинаковых путях примерно постоянна, а объем снятой стружки растет пропорционально толщине среза, поэтому доля работы резания меняется с износом резца.

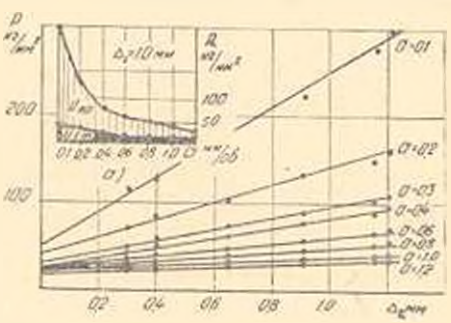

Рис. 1. Зависимость удельного усилия резания от толщины среза при различных значениях износа по задней поверхности. а) Изменение составляющей удельной работы резания в зависимости от толщины среза при $a = 1{,}0$ *м.м*, $v = 60$ *м/мин*, $b = 10$ *м.м*.

Как видно из рис. 1а, с уменьшением толщины стружки увеличивается U_{cr} и $U_{тр}$, причем интенсивность роста удельной работы стружкообразования отстает от интенсивности роста удельной работы трения. Последняя закономерность имеет более выраженный характер при больших износах по задней поверхности.

Изложенная методика оценки работы резания возможно имеет недостатки, однако она дает наглядную картину изменения составляющей работы резания и допускает в первом приближении оценить долю работы отдельных составляющих в общем балансе работы резания.

Интересно также наблюдение за составляющими работы резания в зависимости от скорости резания при различных значениях износа по задней поверхности резца.

На рис. 2 показаны данные, полученные при резании норкского базальта ($\sigma_{сж} = 1200$ *кг/см*²). Пересечение прямых с осью ординат характеризует усилие стружкообразования, а разность между ординатами различных точек прямых и усилием стружкообразования дает усилие, действующее на заднюю поверхность при различных значениях износа Δ_2. Перейдя к удельным значениям работы можно оценить составляющие работы резания. Для случая, когда $\Delta_2 = 0{,}5$ *м.м* составляющие работы резания будут меняться так, как показано на

рис. 2а. Как видно из этого рисунка, работа стружкообразования остается постоянной, а работа трения по задней поверхности снижается с увеличением скорости резания, до определенного предела, после чего вновь возрастает.

Для оценки абразивности камня и для изучения влияния удельного давления и скорости скольжения на истираемость было сконструировано приспособление (рис. 3) по типу применяемого Э. Н. Фельдштейном [5]. Сущность методики заключается в следую-

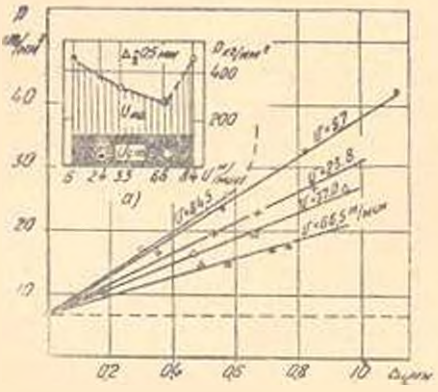

Рис. 2. Зависимость между удельными силами и скоростью резания при различных значениях износа по задней поверхности ($b = 4$ мм, $a = 0{,}052$ мм/об).

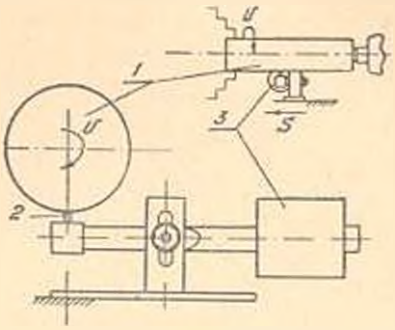

Рис. 3. Схема опытной установки для истирания. 1—камень; 2—образец твердого сплава; 3—груз.

щем. Камень закрепляется в патроне токарного станка и вращается различными скоростями; образец из твердого сплава ($F = 18{,}8$ мм^2) прижимается к камню грузами и двигается относительно камня по винтовой линии. Влияние удельного давления и скорости скольжения на износ твердого сплава при истирании его с базальтовым цилиндром показано на рис. 4 и 5. С увеличением удельного давления износ

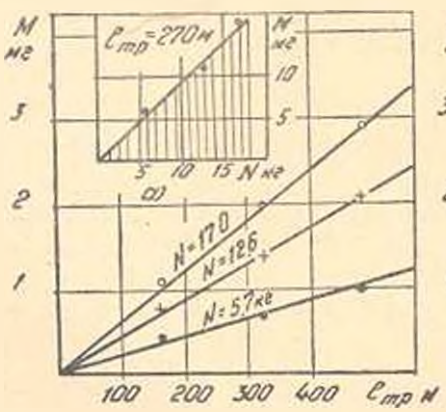

Рис. 4. Зависимость весового износа от пути трения при различных значениях давления ($v = 6{,}5$ м/мин). а) связь между весовым износом и давлением.

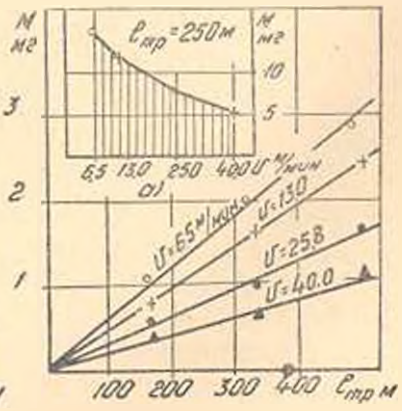

Рис. 5. Зависимость весового износа от пути трения при различных скоростях. ($N = 12{,}6$ кг). а) связь между весовым износом и скоростью скольжения.

твердого сплава увеличивается, с увеличением же скорости скольжения при постоянном удельном давлении—уменьшается интенсивность изнашивания.

Изложенная методика дает возможность найти стойкость режущего инструмента при различных режимах резания, оценить составляющие работы резания, изучить абразивность обрабатываемого камня, влияние удельного давления скорости скольжения на изнашиваемость твердого сплава.

Институт стройматериалов и сооружений
Министерства строительства Армянской ССР

Поступило 10 V 1958

Կ. Ս. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ՔԱՐԻ ԿՏՐՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ՇՓՄԱՆ ԵՎ ՄԱՇՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԵԹՈԴԻԿԱՅԻ ՀԱՐՑԵՐԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Քանման քարերի կտրման ժամանակ կտրիչի մաշվածության օրինաչափությունները փոխվում են կախված քարի կարծրությունից։ Կտրող նյութերի մաշակայունությունը կարելի է որոշել ուղղակի կտրման ընթացքում և անուղղակի կերպով՝ մոդելացման միջոցով։ Ըստ որում, որպես մաշադիմացկունության ինտենսիվության ցուցանիշ ընդունված է՝ ա) մաշվածությունը հաստատուն կտրման ճանապարհի դեպքում, բ) մաշվածությունը հանված տաշեղի հաստատուն ծավալի դեպքում։

Հոդվածում կտրող գործիքի մաշադիմացկունության որոշման համար առաջադրված է հետևյալ փորձարկման մեթոդները.

1. Կտրող գործիքի նյութի հղկունակության որոշումը մոդելացման եղանակով (նկ. 3—ում ցույց տրված սխեմային հետևաբար)։

2. Կտրող գործիքի հղկունակության (կայունության) որոշումը ուղղակի կտրման միջոցով։ Տվյալ դեպքում պետք է դանել մաշվածքի մեծությունը հետևյալ նիստի ուղղությամբ կամ հշտային մաշվածությունը հաստատուն կտրման ճանապարհի կամ հաստատուն տաշեղի ծավալի դեպքում, կախված կտրման տարրեր ուժիմներից և մշակվող քարի տեսակից։

3. Գործիքի կտրող եղրի ամրության որոշումը՝ կախված ուժի թուլատրելի մեծությունից։ Ալսինքն որոշվում է կտրման խորության, սրացության և մատուցման այն թուլատրելի սահմանային մեծությունները, որոնց օգտագործման դեպքում գործիքի կտրող եղրի ամրությունը դուրս չի գալիս թուլատրելի սահմաններից։

Հոդվածում մշակված է մեթոդիկա, որը հնարավորություն է տալիս գտնել կտրման աշխատանքի առանձին բազադրիչների մեծությունները։ Բերված է ֆելդիտային տուֆի և բազալտի կտրելու ընթացքում առաջացած կտրման աշխատանքի բազադրիչների դնահատումը (նկ. 2, 3) տվյալ մեթոդիկայի հիման վրա։ Բերված մեթոդիկան թույլ է տալիս գտնելու կտրող

գործիքի կալունության տարբեր կարման անիվների դեպքում, գնահատելու կարման աշխատանքի բաղադրիչները, ուսումնասիրելու քարի հղկունակության, գործիքի մաշվածությունը՝ կախված անսակարար ճնշումից և կարման արագությունից։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варданян К. С.* Некоторые вопросы динамики резания камня. „Известия АН Армянской ССР", т. X, № 5, 1957.
2. *Зорев Н. Н.* Вопросы механики процесса резания металлов. МашГИЗ, 1956.
3. *Касьян М. В.* К вопросу о резании естественных камней „Строительство из естественных каменных материалов". Сб. статей ВНИТО строителей. М., 1951.
4. *Касьян М. В., Тер-Азарьев Н. А., Акопов А. А.* Характеристика износа режущего инструмента при обработке туфа, базальта и гранита „Известия АН Армянской ССР", т. III, № 4, 1950.
5. *Фельдштейн Э. И.* Истирающая способность металлов. „Вестник машиностроения", № 11, 1952.