

Член-корреспондент АН СССР В. Д. КУЗНЕЦОВ и В. Д. ТАРАНЕНКО

ВЛИЯНИЕ ВОДЫ И СПИРТА НА ШЛИФОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

Несмотря на то, что вопросу о влиянии жидкостей на процесс резания и шлифования металлов посвящено большое число исследований⁽¹⁾, многие явления при резании и шлифовании в присутствии жидкостей до сих пор остаются необъясненными.

В течение многих лет П. А. Ребиндер со своими сотрудниками проводит ту мысль, что действие поверхностно-активных веществ сводится к разрыхлению металлов в поверхностной зоне. Молекулы поверхностно-активных веществ, попадая в трещины и микротрещины поверхностного слоя, расклинивают их и производят разрыхление. Многочисленными опытами П. А. Ребиндер с сотрудниками доказывают правильность своей точки зрения. Однако ряд фактов не укладывается в это объяснение. Дело, повидимому, значительно сложнее.

Г. И. Епифанов и Л. А. Шрейнер⁽²⁾, исследуя влияние активной жидкой среды на удельную работу резания и продольную усадку стружки при свободном резании алюминия, меди, железа, свинца, олова и цинка, пришли к заключению, что «режущее действие активных жидкостей сводится к их способности переводить металл в очень небольшой зоне, прилегающей к режущей кромке инструмента, в своеобразное хрупкое состояние». Этот перевод приводит к отделению стружки при меньшей степени деформации всей зоны резания. Они определили понижение удельной работы резания α в процентах и уменьшение продольной усадки стружки β в процентах.

При смачивании этиловым спиртом они получили следующие результаты: для алюминия $\alpha = 78\%$, $\beta = 61\%$; для меди $\alpha = 32\%$, $\beta = 23\%$ и для цинка $\alpha = 7,5\%$, $\beta = 5\%$. Из этих опытов вытекает, что чем пластичнее металл, тем более он под действием этилового спирта изменяет свои свойства, приближаясь к хрупкому состоянию. Исследования Г. И. Епифанова и Л. А. Шрейнера, по нашему мнению, не укладываются в схему П. А. Ребиндера и устанавливают новые явления.

В связи с результатами последних исследований мы провели опыты по влиянию воды и этилового спирта на процесс шлифования алюминия, меди и цинка.

Шлифование производилось на токарном станке. Патрон станка был снят и вместо него на шпindel насаживался абразивный круг, который гайкой зажимался между большими металлическими шайбами. Между шайбами и абразивным кругом вставлялись картонные прокладки. Вал токарного станка совершал 60 об/мин. Для достижения стационарной абразивной способности круга применялась шарошка из кусочков твердого сплава, спаянных медью. Шарошка зажималась в суппорт станка вместо резца. При очистке круга шарошка устанавливалась под острым углом к цилиндрической поверхности абразива. Ручной подачей шарошка передвигалась по абразивному кругу, выкрашивая своей угловой частью

абразивные зерна. Предварительные опыты показали, что износ образца резко падает без очистки круга после 1—2 опытов, поэтому круг очищался шарошкой после каждого опыта.

На рис. 1 схематически изображена установка. Здесь 1 — абразивный круг, 2 — образец, 3 — рычаг, 4 — груз и 5 — шарнир, соединяющий рычаг 3 с суппортом. Конец рычага 3 упирался в металлическую мембрану, покрывающую металлическую коробку 6. Коробка, соединенная с манометром 7, наполнялась жидкостью. При давлении на мембрану

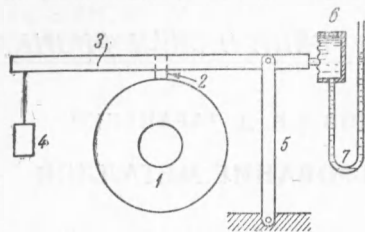


Рис. 1

жидкость поднималась в манометре и служила для измерения силы трения. Нормальная нагрузка на образец создавалась весом рычага 3 и добавочными гирями 4. Положение месдозы и рычагов можно было регулировать таким образом, чтобы вертикальная ось, проходящая через образец, проходила и через ось вала станка, на котором был укреплен абразивный круг. Способ закрепления образца допускал горизонтальную установку рычага 3 по мере износа образца.

Образцы имели цилиндрическую форму диаметром в 5 мм и длиной в 30 мм. Образец вставлялся в гнездо рычага и закреплялся винтом. Во время опыта образец перемещался ручной подачей по кругу в пределах его толщины (около 1,5 см). Скорость перемещения образца по абразиву равнялась около 40 см/сек при 60 об/мин абразивного круга. Работа проводилась на одном абразивном круге КЧ-46-СМ₂ на керамической связке. Образцы отжигались в течение одного часа с последующим охлаждением в воздухе: алюминиевый при 450°, медный при 700° и цинковый при 200°.

При проведении опытов с водой под абразив подставлялась ванночка с дистиллированной водой, этиловый спирт подавался непосредственно к месту соприкосновения образца с абразивом при помощи небольшой воронки, укрепленной около образца на верхнем рычаге. После каждого опыта в спирте и в воде абразивный круг сушился и очищался шарошкой для восстановления прежней абразивной способности.

Опыт состоял в том, что пускался в ход станок, с пуском секундомера образец опускался на круг и поднимался через определенное время. Во время опыта по месдозе определялась сила трения F . Перед опытом и после опыта образец взвешивался с точностью до 0,1 мг. Путь l , пройденный образцом по абразиву, вычислялся по времени. Энергия шлифова-

Таблица 1

Шлифование кругом КЧ-46-СМ₂

Металл	Среда	N , Г	F , Г	μ	ΔM , мг	l , см	$\Delta M/l$, мг/см	$u_0 \cdot 10^9$ эрг/г
Алюминий	Воздух	1400	2125	1,52	43,7	623	0,070	30,0
	Спирт	1400	1190	0,85	27,7	600	0,046	25,8
	Вода	1400	2125	1,52	56,2	595	0,095	22,5
Медь	Воздух	1400	1900	1,36	42,1	540	0,078	24,4
	Спирт	1400	1550	1,10	29,7	535	0,056	27,7
	Вода	1400	1500	1,07	29,2	530	0,055	27,2
Цинк	Воздух	1400	950	0,69	34,3	608	0,056	16,8
	Спирт	1400	940	0,67	46,4	610	0,076	12,4
	Вода	1400	950	0,69	49,8	575	0,086	9,5
Алюминий	Спирт	2310	2125	0,92	36,6	525	0,070	30,0

ния определялась как произведение F_t , удельная энергия u_0 относилась к 1 г сошлифованной массы.

В табл. 1 приведены средние значения из 5 опытов. Отдельные значения сошлифованной массы отличались от среднего для цинка на 4%, для алюминия на 7% и для меди на 7%. В табл. 1 введены обозначения: N — надавливающая на образец сила, F — сила трения, μ — коэффициент абразивного трения, ΔM — масса сошлифованного слоя, l — путь образца по абразиву, u_0 — удельная энергия на 1 г массы.

Шлифование мы можем рассматривать как сумму большого числа элементарных процессов резания, следовательно, если при резании под действием активных жидкостей происходит уменьшение удельной работы, то тем более это должно иметь место при шлифовании. Что же получается в действительности?

Для меди под влиянием спирта сила трения убывает на 18%, но масса сошлифованного слоя, отнесенная к единице пути, убывает на 30%, в результате чего удельная работа возрастает. Приблизительно так же действует и вода. Из этого вытекает, что никакого разрыхляющего действия не наблюдается, не наблюдается и приближения к хрупкому состоянию.

Для цинка спирт и вода не изменяют силы трения, но зато увеличивают массу сошлифованного слоя, в результате чего наблюдается уменьшение удельной работы при спирте на 26% и при воде на 43%, между тем у Епифанова и Шрейнера уменьшение удельной работы резания достигало для спирта только 7,5%.

При шлифовании алюминия в воде сила трения не изменяется, но износ оказывается на 21% больше, чем в воздухе, т. е. вода, не изменяя силу трения, увеличивает износ.

Совершенно исключительно действует на алюминий спирт. Под его влиянием сила трения уменьшается на 44%, а сошлифованная масса уменьшается на 34%, удельная энергия уменьшается на 14%. Следовательно, как будто можно говорить о разрыхлении алюминия под влиянием спирта или о его приближении к хрупкому состоянию. Но при увеличении нагрузки N и при доведении силы трения до ее значения в воздухе получаются совершенно такие же результаты, как в воздухе, т. е. нет никакого разрыхления и приближения к хрупкому состоянию, только μ возрастает от 0,85 в воздухе до 0,92 в спирте. Получается такое впечатление, что спирт как бы уменьшает надавливающий груз N и тем уменьшает силу трения. Спирт образует как бы буферную прослойку.

Кроме того, мы провели ряд опытов с разрывом алюминиевых образцов в воздухе и в спирте с целью выяснить, в какой мере влияет спирт на прочность и относительное удлинение при разрыве. Разрывались образцы на машине со шкалой до 20 кг, цена одного деления шкалы равнялась 50 Г.

Алюминиевые образцы для разрыва изготавливались прокаткой проволоки в виде ленты шириной 50 мм и толщиной 0,13 мм. После отжига образцы имели зерна диаметром порядка 0,01 мм. При разрыве в спирте образец окружался стаканчиком. Кроме того, были приготовлены образцы с зернами порядка 2 мм. Крупнозернистая структура достигалась последовательной прокаткой и

Таблица 2

Разрыв алюминиевых образцов в воздухе и в спирте (начальная длина 32,0 мм)

	Среда	Разрыв		
		Разрывающая сила в Г	Конечная длина в мм	Удлинение в %
Мелкозернистые образцы	Воздух	5643	36,1	12,8
	Спирт	5680	35,8	11,9
Крупнозернистые образцы	Воздух	6450	36,3	13,4
	Спирт	6500	36,5	14,0

отжигом при 600°. В табл. 2 приведены результаты, средние из 7—8 опытов.

Из табл. 2 видно, что никакого влияния на прочность и относительное удлинение при разрыве спирт не оказывает.

Таким образом, результаты наших опытов с абразивным шлифованием алюминия, меди и цинка в воздухе, в воде и в этиловом спирте не укладываются в схемы объяснений П. А. Ребиндера, Г. И. Епифанова и Л. А. Шрейнера и показывают, что вопрос о влиянии жидкости на шлифование металлов остается нерешенным.

Сибирский физико-технический институт
при Томском государственном университете
им. В. В. Куйбышева

Поступило
28 IV 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Д. Кузнецов, Физика твердого тела, 3, Томск, 1944, стр. 508—678.
² Г. И. Епифанов, Л. А. Шрейнер, ЖТФ, 21, в. 12, 1518 (1951).