Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 1

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Г. И. ЕПИФАНОВ

ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ СРЕД НА РАЗМЕРЫ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУЖКИ

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 6 IV 1955)

В процессе резания участки металла в результате непрерывно увеличивающейся пластической деформации доводятся до предельного состояния, при котором они теряют свою сплошность и разрушаются. Если бы разрушение являлось термодинамически обратимым процессом, работа разрушения равнялась бы свободной энергии новых поверхностей раздела, образующихся при разрушении. В действительности она на 6—7 порядков выше ее. Объясняется это тем, что процесс доведения металла в зоне разрушения до предельного состояния всегда сопровождается процессами деформирования стружки и поверхностного слоя изделия, которые и поглощают основную долю работы резания. Часть работы расходуется на преодоление сил внешнего трения. Поэтому уменьшить работу резания можно лишь путем уменьшения работы, затрачиваемой на деформирование стружки и поверхностного слоя изделия и на преодоление сил трения.

Осуществить это можно двояким путем:

а) Уменьшением пластичности (увеличением хрупкости) обрабатываемого металла путем предварительной холодной обработки (наклепа)

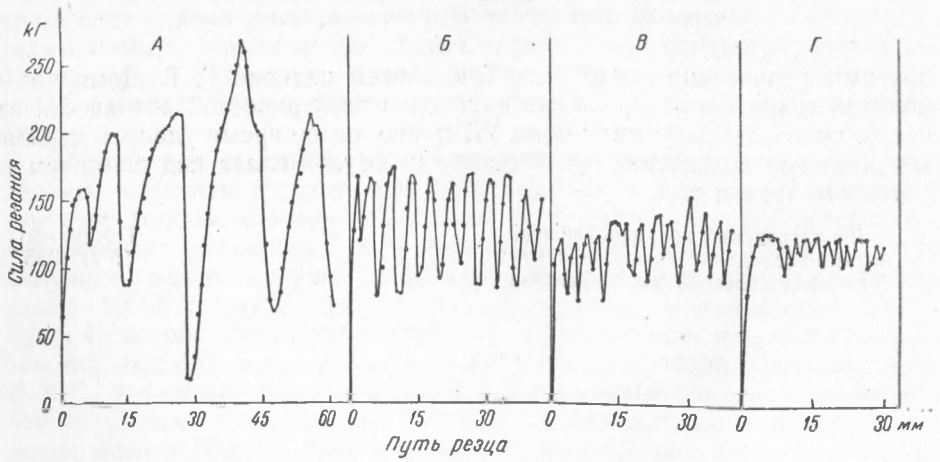


Рис. 1. Характер изменения силы свободного строгания при резании дуралюмина всухую (*А*), в метиловом спирте (*Б*), в олеиновой кислоте (*В*) и в этил-лаурате (*Г*)

или путем введения в металл специальных присадок. Как наклеп, так и присадки искажают кристаллическую решетку обрабатываемого металла и приближают его к предельному состоянию.

б) Ускорением процесса доведения металла зоны разрушения до предельного состояния и облегчением локального разрушения. Последнее

достигается, как мы показали [1], действием активных сред, применяемых при резании металлов.

При резании всухую локальное разрушение происходит вследствие перехода металла в предельно упрочненное состояние, характеризующееся полным исчерпанием и блокировкой возможных систем скольжения. Активные среды вызывают, как показали работы нашей лаборатории [2], более интенсивное упрочнение деформируемого металла. Поэтому в их присутствии исчерпание пластичности и переход зоны разрушения в пре-

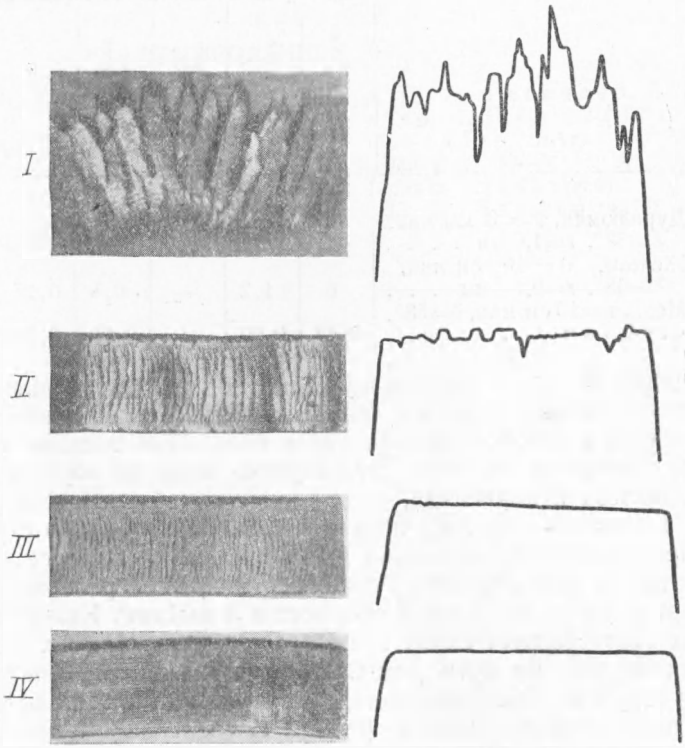


Рис. 2. Фотографии стружек, срезанных с образца технически чистого железа всухую (*I*), в метиловом спирте (*II*), в этил-лаурате (*III*) и в четыреххлористом углероде (*IV*), и индикаторные диаграммы (сила резания — путь резца), записанные при снятии этих стружек

дельное состояние происходят быстрее, на меньшем пути резца. Активные среды способствуют локализации предельного состояния в небольшом объеме металла, расположенном у режущей кромки инструмента, и ускоряют достижение этого состояния. Их действие аналогично действию присадок, вводимых в металл для улучшения обрабатываемости, только распространяется оно не на весь объем снимаемого металла, а лишь на небольшую часть, составляющую зону резания. Такое действие сред условно названо нами режущим. Оно вызывается, с нашей точки зрения, внедрением в решетку обрабатываемого металла посторонних атомов, образующихся в зоне резания в результате каталитического разложения поверхностно-активных молекул [1]. Реакции разложения, протекающие на обычных металлических катализаторах при повышенных температурах, должны резко активироваться при резании, так как процесс резания приводит к возникновению сильно развитой, предельно деформированной и, следовательно, предельно химически активной металлической поверхности, свободной от всяких пленок и загрязнений. Продукты распада, внед-

ряясь в решетку, вызывают дополнительное ее искажение и делают металл более хрупким.

Непосредственным следствием режущего действия активных сред на процесс резания должно быть уменьшение усадки стружки и зоны пластической деформации, возникающей в обрабатываемом металле при снятии стружки. Это подтверждено нами экспериментально ([3]). Ускорение процесса доведения металла зоны разрушения под влиянием активных сред до предельного состояния должно вызывать также уменьшение пути резца, на протяжении которого формируется отдельный элемент стружки — измельчение элементов стружки. Это изучено нами на образцах технически чистых железа и алюминия, электролитической меди и дуралюмина.

Таблица 1

	Всухую	Метил. спирт	Олеин. кисл.	Этил-лаурат	CCl_4
	Путь резца в мм, на протяжении которого образуется элемент стружки				
Дуралюмин, $v = 3$ мм/мин, $\delta = 78°$, $t = 1{,}0$ мм	12	4,0	3,0	2,0	—
Железо, $v = 10$ см/мин, $\delta = 68°$, $t = 0{,}15$ мм . . .	6	1,2	—	0,5	0,17
Медь, $v = 10$ см/мин, $\delta = 58°$, $t = 0{,}2$ мм	0,17	0,09	—	0,05	0,04

На рис. 1 показан характер изменения силы свободного строгания со временем при резании дуралюмина всухую, в метиловом спирте, в олеиновой кислоте и в этил-лаурате. Резание проводилось резцом с углом резания 78° при глубине в 1,0 мм и скорости в 3 мм/мин. Каждый минимум этих кривых соответствует сколу элемента стружки. Из рис. 1 видно, что при резании всухую на пути резца, равном 60 мм, образовалось лишь 5 элементов стружки. Следовательно, путь резца, на протяжении которого образуется один элемент, равен в среднем 12 мм. Максимальное усиление резания равно 270 кГ. При резании в метиловом спирте 10 элементов стружки образовались на пути в 40 мм. Размер каждого элемента соответствует, таким образом, пути резца в 4 мм, т. е. в 3 раза меньше, чем при резании всухую. Максимальное значение силы резания снижается при этом до 175 кГ. Еще большее измельчение элементов стружки наблюдается при резании дуралюмина в олеиновой кислоте и в этил-лаурате: в олеиновой кислоте отдельный элемент возникает на пути резания в 3 мм, а в этил-лаурате — на пути в 2 мм. Максимальное значение силы резания в олеиновой кислоте равно примерно 140 кГ, в этил-лаурате 120 кГ.

Таким образом, по мере увеличения активности среды параллельно уменьшению силы резания наблюдается измельчение элементов стружки и уменьшение амплитуды колебаний силы резания: активные среды вызывают не только уменьшение силы резания, но и делают сам процесс резания более плавным.

На рис. 2 показаны фотографии стружек, срезанных с образца технически чистого железа при скорости резания 10 см/мин резцом с углом резания 88° всухую, в метиловом спирте, в этил-лаурате и в четыреххлористом углероде. Справа помещены индикаторные диаграммы (сила резания — путь резца), записанные при снятии этих стружек. При столь большом угле резания стружка во всех случаях получилась элементной, на подрезцовых сторонах стружек, которые показаны на фотографиях, отчетливо видны отдельные элементы. Из рис. 2 видно, что с увеличением активности среды величина элементов стружки уменьшается и параллель-

но этому происходит падение силы резания и возрастание плавности процесса резания.

В табл. 1 приведены средние значения отрезков пути, на протяжении которых образуется элемент стружки при свободном строгании дуралюмина, железа и меди всухую и в ряде сред. Из таблицы видно, что под влиянием наиболее активных сред величина элементов стружки уменьшается в 10 и более раз.

Институт физической химии
Академии наук СССР

Поступило
24 III 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Г. И. Епифанов, Н. А. Плетенева, П. А. Ребиндер, ДАН, 97, № 2 (1954). [2] Т. Ю. Любимова, П. А. Ребиндер, ДАН, 63, № 2 (1948); П. Д. Новокрещенов, Н. Е. Маркова, П. А. Ребиндер, ДАН, 68, № 3 (1949); Л. А. Шрейнер, Г. И. Епифанов, ДАН, 97, № 1 (1954); L. A. Schreiner, G. I. Epiphanow, Metallurgie u. Giesserei Technik, Heft 12 (1954). [3] Г. И. Епифанов, Л. А. Шрейнер, ЖТФ, 21 (1951); Г. И. Епифанов, Л. А. Шрейнер, ДАН, 80, № 5 (1951).