

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. А. ПЛЕТЕНЕВА и Г. И. ЕПИФАНОВ

**ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЖИДКИХ СРЕД  
ПРИ СВОБОДНОМ СТРОГАНИИ ОТ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ  
ПРИРОДЫ СРЕДЫ И МЕТАЛЛА**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 21 II 1951)

В нашей лаборатории развиваются работы, ставящие целью всестороннее изучение влияния активных сред на процессы деформирования и обработки металлов<sup>(1, 2)</sup>. Было показано<sup>(3)</sup>, что наибольшая эффективность действия жидких сред на процесс резания наблюдается на вязких, высокопластичных, сильно упрочняющихся металлах, резание которых сопровождается глубокой пластической деформацией срезаемого слоя.

Однако эффективность действия жидкостей не определяется одними только механическими свойствами металлов. На металлах, одинаковых по своим механическим свойствам и по способности к упрочнению при резании, но различных по своей химической природе, эффективность действия жидких сред может оказаться весьма различной в зависимости от химической природы самих жидкостей.

В данной работе исследовалась при свободном строгании<sup>(4)</sup> эффективность действия жидкостей, различных по своей природе (воды, углеводов и их хлорзамещенных, спиртов, кислот и сложных эфиров жирного ряда), на ряде пластичных металлов — алюминии, меди, железе, никеле, свинце, олове, нержавеющей стали и жаропрочном сплаве. По механическим свойствам эти металлы (кроме свинца и олова) способны к сильному упрочнению, вследствие чего можно было ожидать достаточно высокой эффективности действия жидких сред при резании.

Резание (строгание)<sup>(4)</sup> алюминия и никеля производилось резцами с углом резания  $58^\circ$ , а остальных металлов — с углом резания  $68^\circ$ . Глубина резания 0,20 мм для алюминия и меди, 0,15 мм для железа, никеля, нержавеющей стали и жаропрочного сплава, 0,30 мм для олова и 0,50 мм для свинца.

Предварительно проведенные исследования зависимости эффективности действия среды (раствора) при разных концентрациях активной составляющей показали, что при строгании, в отличие от тонкого сверления<sup>(2)</sup>, эффективность действия растворов, как правило, или непрерывно возрастает вплоть до 100% содержания активного вещества, или достигает наибольшего значения при концентрациях порядка десятков процентов. Все дальнейшие исследования поэтому были проведены не с растворами, а с чистыми веществами (в жидком состоянии).

Полученные значения удельной работы строгания ( $A_0$ ) в  $\text{кГ} \cdot \text{см}^{-3}$  всухую приведены в табл. 1. Там же даны значения отношения работы строгания всухую и в различных жидких средах  $\alpha = A_0 / A$ . Эти ве-

личины дают меру активности среды, показывая, во сколько раз работа резания уменьшается сравнительно с ее значением всухую.

Из табл. 1 следует, что действие исследованных сред на различных металлах чрезвычайно специфично.

Таблица 1

Металл	Алюминий	Медь	Железо	Никель	Свинец	Олово	Нержавеющая сталь	Жаропрочный сплав
Удельная работа строгания всухую $A_0$ , кг · см <sup>-3</sup>								
	90	90	270	180	5,7	11,3	280	390
Мера активности жидкой среды по работе строгания $\alpha = A_0/A$								
Неполярные углеводороды . . . . .	1,4—1,7	1,7—2,0	0,88	1,1	1,4	1,3	0,84	0,95
Вода . . . . .	1,7	1,0	2,0	2,0	1,5	1,3	1,1	1,1
Спирты:								
метиловый . . . . .	3,5	1,5	1,7	1,7	1,5	1,4	1,1	1,0
этиловый . . . . .	4,5	1,5	1,9	1,6	—	1,3	1,0	1,0
бутиловый . . . . .	4,5	1,8	2,1	1,4	1,5	1,4	1,2	1,0
гептиловый . . . . .	5,0	1,9	2,3	1,4	—	1,4	—	—
Кислоты:								
уксусная . . . . .	2,0	1,5	2,4	—	1,3	1,2	1,2	1,0
валерьяновая . . . . .	3,1	1,9	2,4	1,8	1,3	1,3	1,3	1,1
нониловая . . . . .	4,0	2,1	2,3	1,7	1,3	1,3	1,4	1,1
олеиновая . . . . .	4,8	2,1	2,2	1,6	1,3	1,5	1,5	1,1
Сложные эфиры:								
этилпропионат . . . . .	3,5	1,7	2,5	1,7	1,2	1,3	1,0	0,97
этилвалерат . . . . .	3,9	1,7	2,3	1,6	1,3	1,3	0,93	1,0
этилнонилат . . . . .	5,3	1,9	2,2	1,5	1,3	1,3	1,0	1,0
этиллаурат . . . . .	5,9	1,9	2,3	1,4	1,2	1,3	1,0	1,0
Четыреххлористый углерод * . . . . .	5,9	2,6	2,8	2,5	0,7	0,97	1,8	1,3

\* Дальнейшие наши исследования показали, что четыреххлористый углерод, действующий, повидимому, химически, вызывает повышенный износ режущего инструмента.

Так, на алюминии эффективность действия всех исследованных жидкостей весьма высока и в рядах полярных веществ заметно зависит от длины углеводородной цепи. Меньшей активностью обладают неполярные углеводороды и вода.

На железе и никеле активны все жидкости, кроме углеводородов, которые практически неактивны на никеле и заметно ухудшают резание железа. На никеле действие всех сред (кроме воды) выражено слабее, чем на железе, что связано, повидимому, с большей химической стойкостью никеля. Это тем более вероятно, что на нержавеющей хромо-никелевой стали активность жидкостей ослаблена еще сильнее, а на жаропрочном сплаве практически неактивны все среды за исключением четыреххлористого углерода. Аналогично ведут себя растительные и осерненные масла.

На меди неполярные углеводороды дают практически ту же величину эффекта, как и предельно-активные полярные органические соединения. Вода оказывается совершенно неактивной. Вследствие

этого в исследованных полярных гомологических рядах эффективность растет с длиной углеводородной цепи. Обратная картина наблюдается на никеле, где более активными оказываются низкие гомологи в соответствии с большей активностью воды и почти полной инактивностью неполярных углеводородов.

На свинце и олове действие исследованных жидкостей сравнительно невелико (что, очевидно, связано с их механическими свойствами, т. е. разупрочнением вследствие интенсивно протекающего процесса отдыха) и мало зависит от их химической природы (исключение представляет ряд кислот на олове). Характерным является отрицательное действие четыреххлористого углерода на свинце и инактивность его на олове, хотя на остальных металлах, в том числе и на жаропрочном сплаве, четыреххлористый углерод оказывается весьма активным. Другие хлорпроизводные (хлороформ, дихлорэтан, тетрахлорэтан, дихлорэтилен, тетрахлорэтилен), как показали наши исследования при резании меди, железа и никеля, также весьма эффективны, хотя в несколько меньшей степени, чем четыреххлористый углерод.

Эффективность действия жидкостей при свободном строгании металлов находится, таким образом, в тесной связи с химической природой самих жидкостей и физико-химической природой металла. Жидкость и металл образуют своеобразную пару, от характера взаимодействия которой и зависит величина эффекта понижения удельной работы резания, что осложняется еще и специфическими влияниями на износ резца. Это взаимодействие не исчерпывается явлениями смачивания и обратимой адсорбции. Так например, неполярные углеводороды, прекрасно смачивающие железо и стали, вызывают не снижение, а наоборот, увеличение удельной работы резания, как и четыреххлористый углерод на свинце.

Все это дает основание полагать, что облегчающее действие жидкостей при свободном строгании металлов обусловлено, кроме адсорбционного, более глубоким взаимодействием среды и металла. Такое предположение представляется тем более вероятным, что молекулы жидкости подвергаются действию достаточно высоких локальных температур, возникающих у режущей кромки инструмента. Кроме того, в месте отделения стружки образуется идеально чистая (девственная) металлическая поверхность с предельно искаженной кристаллической решеткой, обладающей высокой химической активностью.

Иные условия имеют место в процессах простого деформирования металлов, например при растяжении, а также в процессах весьма тонкого резания, где эффективность действия жидких сред обусловлена, в основном, чисто адсорбционными явлениями.

Институт физической химии  
Академии наук СССР

Поступило  
5 II 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> П. А. Ребиндер, Юбил. сборн. АН СССР к 30-летию Великой Октябрьск. революции, ч. I, М.—Л., 1947. <sup>2</sup> Н. А. Плетенева и П. А. Ребиндер, ДАН, 62, № 4 (1948); Н. А. Плетенева, Л. А. Шрейнер и П. А. Ребиндер, ДАН, 62, № 5 (1948). <sup>3</sup> Г. И. Епифанов, П. А. Ребиндер и Л. А. Шрейнер, ДАН, 66, № 5 (1949). <sup>4</sup> Г. И. Епифанов, ДАН, 75, № 3 (1950).