

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Т. Ю. ЛЮБИМОВА, академик П. А. РЕБИНДЕР и Л. А. ШРЕЙНЕР

**РАЗВИТИЕ ЗОНЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И НАКЛЕПА  
ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ МЕТАЛЛА В ПРИСУТСТВИИ  
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

При исследовании влияния поверхностно-активных веществ на процессы периодического деформирования поверхности поликристаллических металлов было установлено, вслед за начальным адсорбционным облегчением деформаций, значительное увеличение степени возникающего наклепа (<sup>1</sup>).

Элементарные расчеты показали, что при деформировании поверхности образцов в условиях наших опытов при колебаниях тяжелого маятника, опирающегося на стальной шарик, между деформируемой поверхностью и опорным шариком всегда должно иметь место качение без проскальзывания, независимо от присутствия жидкой активной смазки; таким образом, полученные результаты нельзя объяснить увеличением относительной роли скользящего трения под действием активной жидкости.

Понижение силы трения в результате смазочного действия должно было бы вызвать обратное явление — уменьшение деформаций и наклепа в поверхностном слое металла. Однако было желательно исключить всякую возможность влияния активных жидкостей на характер трения (качения или скольжения) в процессе деформирования.

С этой целью был сконструирован прибор, позволявший производить периодическое деформирование поверхности образцов при чистом качении. Прокатывание валика (шарикоподшипник в обойме) производилось определенное число раз с постоянной скоростью в активной и инактивной среде. Путем измерений микротвердости исходной и деформированной поверхности образца определялась степень наклепа. Опыты производились с поликристаллическими цинком и медью.

Таблица 1

Металл	$(H_{\mu})_0$	$(H_{\mu})_d$		$\Delta H_{\mu}$ , в %	
		инактивн.	активн.	инактивн.	активн.
Цинк 1	55	68	77	24	40
	2	55	68	24	36
Медь 1	88	103	116	17	32
	2	77	88	14	28

В качестве активных сред применялись растворы 0,1% стеариновой кислоты в неполярном керосине и 0,2% олеиновой кислоты в неполярном вазелиновом масле. Инактивной средой являлся воздух. В табл. 1 приводятся значения микротвердости исходной поверхности  $(H_{\mu})_0$  и поверхности, деформированной в разных средах,  $(H_{\mu})_d$  для

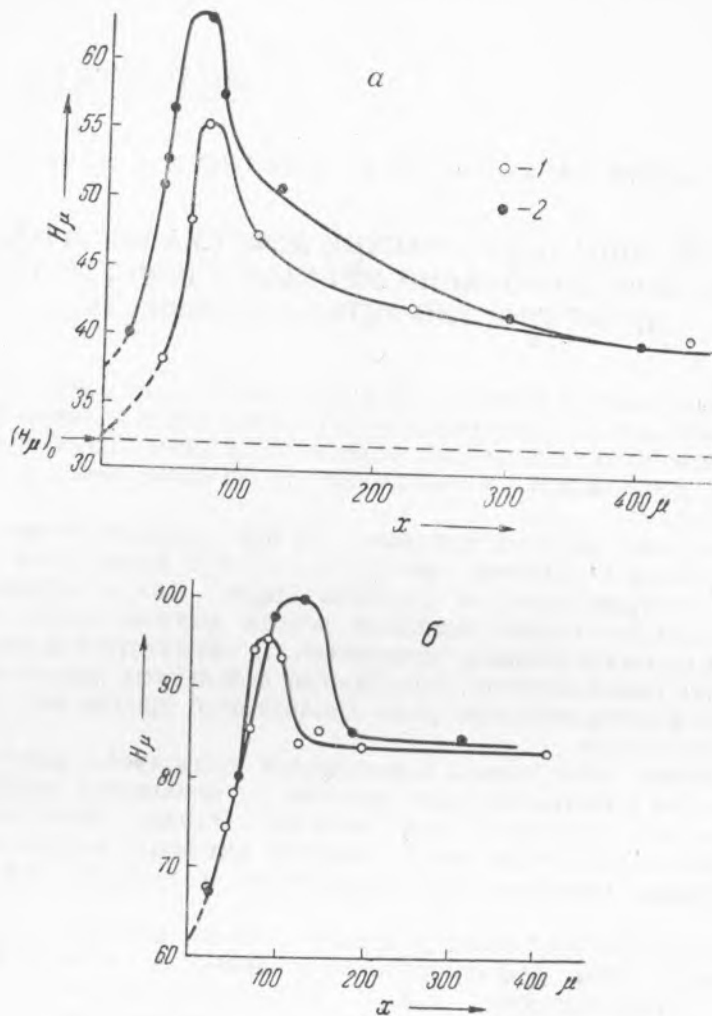


Рис. 1. Изменение микротвердости  $H_{\mu}$  зависимости от расстояния  $x$  от поверхности (в микронах) для образцов цинка (а) и меди (б).  $(H_{\mu})_0$  — значение микротвердости недеформированной поверхности. 1 — инактивная среда, 2 — активная среда.

двух различных образцов цинка и меди. Значения  $H_{\mu}$  представляют среднее из большого числа измерений; прирост  $H_{\mu}$  в результате наклепа ( $\Delta H_{\mu}$ ) дан в процентах к начальному значению в инактивной среде.

Как видно из табл. 1, при деформировании в присутствии адсорбирующихся веществ степень наклепа возрастает при температуре  $\sim 20^{\circ}\text{C}$  для цинка примерно в 1,5 раза, для меди — в 2 раза.

Для исследования природы „упрочняющего“ действия адсорбирующихся веществ, очевидно, связанного с изменением характера или степени структурных изменений в слое металла, прилегающем к поверхности, изучалось распространение зоны наклепа (пластической

деформации) в глубь металла. Для этой цели образцы, деформированные в активной и инактивной среде, осторожно разрезались так, чтобы вертикальный разрез пересекал наиболее сильно деформированный участок поверхности образца. На срезе готовился шлиф, который подвергался глубокому травлению; затем на различных расстояниях от деформированной поверхности измерялась  $H_u$ .

В качестве примера на рис. 1, а и б, приведены результаты этих измерений в виде кривых изменения  $H_u$  с глубиной  $x$  под поверхностью образцов цинка и меди, деформированных с помощью маятника. Аналогичные результаты получены также в условиях качения валика. Кривые показывают, что при деформировании в активной среде область с повышенной твердостью имеет большие размеры и значение максимальной твердости лежит выше.

Полученный закон изменения  $H_u$  с глубиной — с максимумом, лежащим на некотором расстоянии от деформированной поверхности, а также глубина расположения этого максимума согласуются с современными представлениями о характере возникающего напряженного состояния.

Известно (<sup>2</sup>), что касательные напряжения, вызывающие пластическую деформацию, имеют наибольшую величину на глубине  $0,47a$  по оси сжатия, где  $a$  — радиус площадки давления. Очевидно, эта область должна соответствовать наибольшему наклепу.

Изменение твердости по мере удаления от поверхности показывает, таким образом, характер распространения зоны наклепа. Непосредственные наблюдения микроструктуры деформированной зоны металла в боковом разрезе также показали, что область с поврежденной и искаженной структурой — область внутреннего диспергирования зерен металла — имеет большие размеры при деформировании в активной среде, а повреждения являются при этом более глубокими.

Предварительное рентгенографическое исследование деформированных образцов \* также показало, что диспергирование кристаллитов происходит более интенсивно при деформировании в активной среде.

Большая степень наклепа в активной среде, повидимому, должна повлечь образование более мелкозернистой структуры в результате рекристаллизации.

Резкая температурная зависимость упрочняющего действия поверхностно-активных веществ с максимумом, лежащим вблизи температуры начала рекристаллизации металла (<sup>1</sup>), может быть связана с развитием мелкозернистой структуры в результате собирательной рекристаллизации уже в ходе процесса деформирования.

Отдел дисперсных систем  
Института физической химии  
Академии наук СССР

Поступило  
27 IX 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Т. Ю. Любимова и П. А. Ребиндер, ДАН, 63, № 2 (1948).  
<sup>2</sup> А. Н. Динник, Изв. Киевск. политехн. ин-та (1909); Н. М. Беляев, Сб. статей „Инженерные сооружения и строительная механика“, Л., 1945.

\* Проведенное по нашей просьбе в Московском институте стали Е. И. Онищиком.