

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Г. И. ПОКРОВСКИЙ и В. И. ЛИХТМАН

**СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ДЕЙСТВИИ
КОНДЕНСИРОВАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 22 XI 1947)

Развитие различных методов воздействия на металлы привело к возможности получать весьма разнообразные формы микроструктуры металлов. Однако можно полагать, что в настоящее время далеко не исчерпаны возможности влиять на структуру металла, вытекающие из современной техники эксперимента. В частности, следует считать весьма интересными методы воздействия конденсированными формами энергии, вытекающие, например, из техники обработки металлов электроэнергией. Здесь имеются возможности получить весьма высокую концентрацию энергии, воздействующей на металл.

Некоторые предварительные опыты, давшие достаточно ярко выраженные результаты в указанном направлении, описываются ниже. Необходимо было, учитывая особенности эксперимента, воздействовать на сравнительно небольшое количество металла и не разрушать в целом исследуемый образец. С другой стороны, необходимо было обеспечить возможно более высокую объемную концентрацию энергии. Эта задача была решена следующим путем.

Была избрана форма энергии в виде конденсированного электрического разряда. Разряд производился в цепи конденсатора емкостью в 6 μF , причем индуктивность и омическое сопротивление были снижены до возможного минимума. Разность потенциалов была равна 5 kV. Это позволяло иметь весьма незначительный по длине искровой промежуток и высокую объемную концентрацию энергии, выделяемой в искровом промежутке. Изучение разряда при помощи фотосъемки с разверткой вращающимся зеркальным барабаном показало, что разряд — аперийодический со временем выделения основной части энергии порядка несколько менее 10^{-6} сек. При таких условиях объемная плотность мощности составляла величину порядка 10^6 kW.

Испытуемая алюминиевая пластинка толщиной 4 мм помещалась на расстоянии 3 мм от оси разрядника параллельно оси этого разрядника. Разряд осуществлялся путем постепенного сближения электродов. При разряде получалось облачко ионизированного и ярко светящегося воздуха, быстро разрастающееся до радиуса около 1 см. Температура на поверхности этого облачка была порядка 10^4 градусов.

Под воздействием столь концентрированной энергии в поверхностном слое металла должны были происходить весьма существенные изменения и структура металла должна была получить ряд характерных особенностей. Чтобы выявить эти особенности, необходимо было

вскрыть мельчайшие детали структуры поверхностного слоя, что удалось выполнить при помощи электронного микроскопа с соответствующей разрешающей способностью.

В качестве объекта исследования нами был выбран спектрально чистый алюминий, структура которого хорошо изучена с помощью электронного микроскопа работами Маля и др. (1). В литом, недеформированном состоянии его внешняя поверхность представляет при сверхоптических увеличениях группу хорошо организованных кубов с закругленными гранями, выявляемых травлением. На рис. 1, а представлена

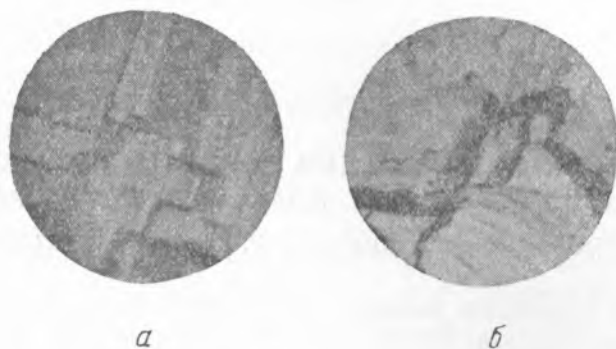


Рис. 1

такая типичная картина поликристаллического литого алюминия высокой чистоты, подвергнутого перед снятием реплик не слишком глубокому травлению. Этот снимок, так же как и дальнейшие, сделан на 100-киловольтном электронном микроскопе, изготовленном на заводе ВЭИ, при увеличении в 16 000 раз.

Обычная деформация, даже далеко зашедшая, как, например, прокатка на 95% (рис. 1, б), значительно меняет характер поверхности, все же сохраняет в той или иной степени элементы исходной структуры, облегчающие понимание новой картины.

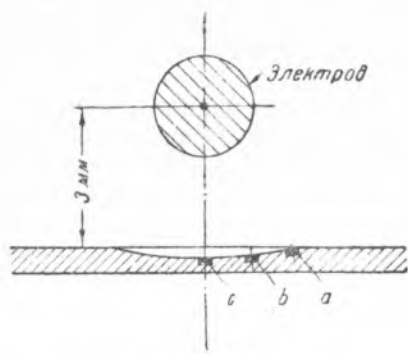


Рис. 2

Воздействие же с высокой концентрацией энергии, даже весьма кратковременное, способно коренным образом изменить структуру металла.

На рис. 3, а дан снимок поверхности алюминия, подвергнутого воздействию с высокой концентрацией энергии, но вдали от центра этого воздействия (по схеме рис. 2). Резкая прямолинейность в очертании граней исходных элементов структуры заменяется овальными линиями и кругами с плавным наслоением их друг на друга, что, очевидно, связано с кратковременным, но весьма значительным повышением температуры.

Ближе к центру воздействия наряду с указанным оплавлением граней начинает проявляться новый фактор — множество мелких порывов оксидной пленки, возникающих, по видимому, в местах резких структурных изменений (рис. 3, б), но не связанных с той или иной формой граней структурных элементов, а идущих гораздо дальше и затрагивающих самую основу кристаллографического порядка в распределении атомов металла в тонком поверхностном слое. Такая трактовка подтверждается рис. 3, в, снятом с центра воздействия. Здесь уже не

остается и следа исходной структуры и, повидимому, вообще в этой области нельзя говорить о структуре в обычном смысле. В частности, можно высказать следующие предварительные соображения.

Можно полагать, что под воздействием ударной волны конденсированного разряда и движущихся за нею масс ионизированного воздуха с высокой температурой происходило нечто вроде мгновенного вскипания поверхностного слоя весьма малой толщины с последующим быстрым охлаждением, главным образом за счет тепловой волны, уходившей внутрь металла. В результате этого должна была образоваться на поверхности металла весьма дисперсная твердая металлическая пена,



Рис. 3

застывшая столь быстро, что в ней не успели сформироваться микрокристаллы заметной величины. Поэтому эта пена должна производить (при соответствующем увеличении) впечатление аморфной, стекловидной массы.

Считаем своим долгом выразить глубокую благодарность А. И. Фримеру и С. Л. Пупко за любезную помощь в работе.

Институт физической химии
Академии Наук СССР
и Военно-инженерная
краснознаменная академия
им. В. В. Куйбышева

Поступило
17 XI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ H. Mahl, Naturwiss., 30, 279 (1942), 19, 488 (1940); F. Keller and A. H. Geisler, J. Appl. Phys., 15, 696 (1944); С. Л. Пупко и А. И. Фример, ДАН, 57, № 7 (1947).