

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

А. П. КАПУСТИН

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ПРОЦЕСС ПОЛИМОРФНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ АЗОТНОКИСЛОГО АММОНИЯ

(Представлено академиком С. И. Вольфовичем 9 XI 1950)

Известно, что ультразвуковые колебания вызывают значительное энергетическое изменение в облучаемой системе. Это должно вызвать новые эффекты не только в процессах кристаллизации жидкостей (1), но и при полиморфных превращениях в твердой фазе. Этот вопрос изучен чрезвычайно мало. Вместе с тем, в связи с работами по теории термической обработки металлов, он представляет значительный интерес. Кроме того, накопление экспериментального материала о влиянии ультразвукового поля на твердую фазу, повидимому, может дать ряд сведений для лучшего понимания кинетики переходных состояний.

Для изучения поведения полиморфного вещества в ультразвуковом поле был избран азотнокислый аммоний. Последний обладает удобным для наблюдения температурным интервалом превращений и позволяет легко следить за протекающими изменениями. Известно, что азотнокислый аммоний претерпевает полиморфные превращения в точках, отвечающих следующим температурам: 125, 84, 32 и -16° . Выше точки 125° устойчива кубическая модификация, в интервале от 125 до 84° — тригональная модификация, в интервале от 84 до 32° — α -ромбическая и в интервале от 32 до -16° — β -ромбическая модификация.

Для наблюдений мы воспользовались методом, сущность которого была изложена ранее (2).

В качестве излучателя ультразвука была взята кварцевая пластинка (срез Кюри) толщиною 2 мм и диаметром 30 мм.

Предварительное облучение препарата расплавленной соли ультразвуком позволяло «очистить» его от присутствия воздушных пузырьков. После этого поле устранилось и затем, вследствие охлаждения при температуре около 165° , начиналась первая кристаллизация кубической модификации. В дальнейшем, в результате кристаллизации и последующего охлаждения, температура препарата в среднем через 73 сек. достигала первой точки полиморфного превращения 125° , наличие которого легко отмечалось в поле зрения микроскопа.

В дальнейшем изучение азотнокислого аммония велось в различных по интенсивности ультразвуковых полях, что дало возможность наблюдать ряд новых явлений.

В случае малой интенсивности ультразвукового поля (до 1 вт/см²) три превращения в азотнокислом аммонии — при 125, 84 и 32° — протекали как при наличии поля, так и в его отсутствие совершенно одинаковым образом. При больших интенсивностях можно подобрать также условия, при которых граница между исходной и новой фазой в момент наложения поля останавливается и начинает смещаться в про-

воположном направлении. Устранение поля вызывает немедленное движение границы в прежнем направлении. Последовательным наложением ультразвукового поля удается много раз менять направление процесса.

Наиболее интересное явление наблюдается при некотором определенном значении интенсивности ультразвукового поля, когда фронт полиморфного превращения, распространяющийся в твердой фазе, при наложении поля моментально останавливается и находится в таком положении в течение 2—3 мин. Если продолжать наблюдение этого эффекта далее, то оказывается, что остановка исчезает и граница фаз приходит в движение в направлении естественного хода превращения.

Наблюдаемые эффекты качественно имеют место и для второй — при 84° — точки перехода. Для третьей точки — при 32° — описанные явления не наблюдались. Наблюдений за четвертой точкой не проводилось.

При обсуждении наблюдаемых явлений необходимо принять во внимание два фактора, действующие на препарат в процессе облучения: 1) нагревание, вызываемое ультразвуком при прохождении среды, и 2) механическую деформацию соли, обусловленную ультразвуковыми колебаниями. Действие первого фактора сводилось к минимуму путем помещения препарата в водяной термостат ⁽²⁾, однако полное устранение нагревания гарантировать трудно, тем более что, благодаря специфике опыта, оно происходит сразу во всем объеме вещества. Несмотря на наличие некоторого минимального нагревания, последнее, как нам кажется, не имеет первостепенного значения. При проведении опытов действие температурного фактора должно было бы обнаруживаться в отсутствии совпадений во времени моментов наложения поля и остановки границы фаз. Однако, как показывает опыт, фронт полиморфного превращения останавливается в момент наложения поля, и, что особенно существенно, остановка фронта устраняется одновременно со снятием ультразвукового поля, в результате чего граница фаз быстро смещается в направлении, имевшем место до наложения поля. Эти результаты позволяют считать, что главное влияние на процесс полиморфного превращения азотокислого аммония, повидимому, оказывают механические процессы, вызываемые в среде ультразвуковыми колебаниями. В пользу этого вывода говорит также отсутствие аналогичного влияния ультразвука для третьей точки фазового перехода.

Описанными опытами показано, что влияние ультразвука на фазовые превращения распространяется не только на случай кристаллизации, но охватывает и явления полиморфных превращений. Кроме того, отмеченные экспериментальные факты позволяют ожидать влияния на распределение упругих напряжений в твердом теле. Постановка соответствующих исследований представляет теоретический и практический интерес.

Приношу глубокую благодарность А. В. Шубникову за внимание к работе и ценные советы в процессе ее проведения.

Институт кристаллографии
Академии наук СССР

Поступило
3 XI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. П. Капустин, Изв. АН СССР, сер. физ., 14, в. 3 (1950). ² А. П. Капустин, ДАН, 71, № 2 (1950).