

Я. Е. ГЕГУЗИН, НГУЕН ЧОНГ БАО, Л. Н. ПАРИЦКАЯ

ЭФФЕКТ КИРКЕНДАЛЛА В ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЕ

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 9 VI 1969)

Многочисленными работами было установлено, что наличие направленного потока вакансий в диффузионной зоне, когда взаимная диффузия происходит в меру неравных парциальных коэффициентов диффузии, приводит к двум следствиям: а) в той компоненте диффузионной пары, куда направлен поток, формируется пористость (эффект Френкеля); б) инертные метки, расположенные на границе исходного контакта, смещаются в направлении преимущественного потока вакансий (эффект Киркендалла). Названные следствия, порождаемые одной причиной, естественно являются взаимно конкурирующими ⁽¹⁾: увеличение степени выраженности одного из них может произойти лишь за счет ослабления другого.

Подставив эффекты Френкеля и Киркендалла во взаимосвязь с наличием направленного потока вакансий, можно полагать, что эти эффекты будут иметь место всегда, когда такой поток возникает, независимо от породивших его причин. В частности, они должны наблюдаться и тогда, когда направленный поток вакансий происходит в однокомпонентной системе и обусловлен различным структурным состоянием двух контактирующих образцов.

Ранее нами было установлено, что в меди, отжигавшейся в контакте с медной прессовкой, возникает диффузионная пористость. В ⁽²⁾ это явление было названо расширением локализованной пористой области. Правильнее в нем следовало бы усматривать эффект Френкеля, проявляющийся в однокомпонентной системе. Естественно считать, что в условиях, подобных тем, в которых ранее наблюдался эффект Френкеля в однокомпонентной системе, должен проявить себя и эффект Киркендалла.

В данной статье излагаются опыты, предпринятые с целью обнаружить эффект Киркендалла в однокомпонентной системе, когда направленный диффузионный поток обусловлен отличием в структурных состояниях контактирующих образцов.

Идея опытов заключалась в следующем. Создавались трехслойные образцы типа $A - A' - A$, где штрихом отмечено отличие структурного состояния промежуточного слоя составного образца. Структурные состояния образцов в трехслойных образцах определялись технологией их получения. В частности, слои получались отложением меди из кислой гальванической ванны (м.г.п.) при различных плотностях тока. Так, например, слои A получались при плотности тока 5 а/дм^2 , а слой A' при $0,25 \text{ а/дм}^2$. В некоторых опытах исследовались образцы, где слои типа A' изготавливались из литой и прокатанной меди.

Как и обычно, на границах раздела $A - A'$ и $A' - A$ располагались инертные метки в виде молибденовых проволочек. Наблюдение за перемещением этих меток велось с помощью обычной металлографической техники.

Факт смещения меток, т. е. проявление эффекта Киркендалла, отчетливо иллюстрируется приводимыми фотографиями (рис. 1). Вследствие того, что обсуждаемый эффект, по определению, является эффектом структурночувствительным, при прочих равных условиях скорость смещения меток оказывается зависящей от структурного состояния металла в пластинках

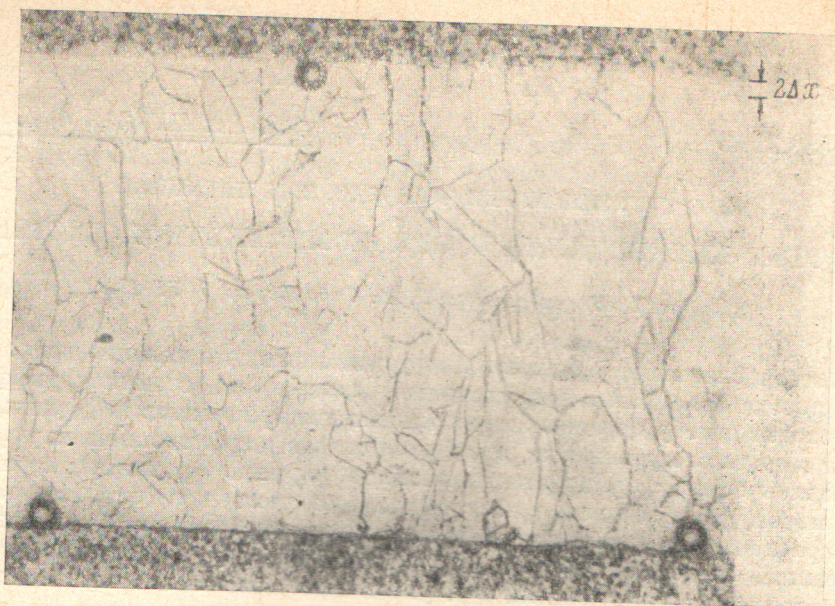


Рис. 1. Микрофотографии трехслойных образцов А — А' — А на различ-
слева — $t = 4$ часа,

диффузионного образца (рис. 2). Кривые 1 и 2 были получены в опытах с образцами, в которых прослойки А были идентичными и изготовлены из м.г.п. 5 а/дм², а прослойки А' были различными: в первом случае А' — м.г.п. 0,25 а/дм², во втором А' — литая катаная медь. Как и следовало ожидать, зависимость величины смещения от времени типа $\Delta x \sim t^{1/2}$ наблюдается лишь на начальной стадии процесса. Со временем, в связи с отжигом, при котором происходит нивелировка структурных состояний в пластинках типа А и А', скорость смещения меток уменьшается и они практически останавливаются.

Совокупность приведенных результатов свидетельствует о том, что в условиях проводившихся экспериментов эффект Киркендалла имеет место. В пользу того обстоятельства, что наблюдающееся смещение меток есть следствие направленной самодиффузии вакансий, свидетельствуют резуль-

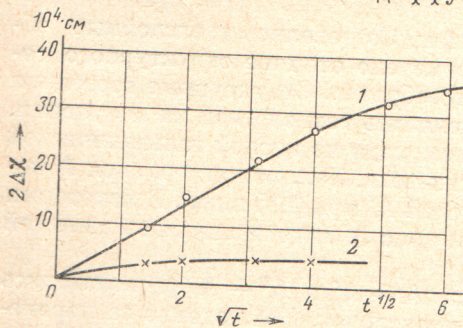
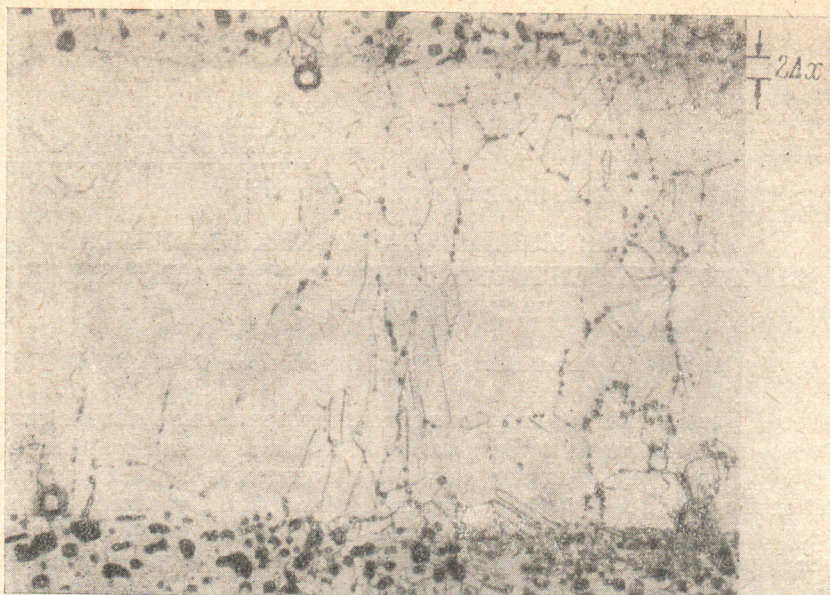


Рис. 2. Временные зависимости смещения инертных меток в образцах А — А' — А. 1 — А' — м.г.п. 0,25 а/дм²; 2 — А' — литая катаная медь

таты опытов, в которых изучалось изменение объема пор в пластинках типа А и А'. Эти опыты показали, что величина наблюдающегося смещения границы исходного контакта типа А — А' согласуется с требованием, которое заключается в том, что изменение объема пор в образце типа А должно быть равным сумме объема пор, образовавшихся в образце А', и объема области, через которую прошла движущаяся граница.

Нам не удалось наблюдать эффект Киркендалла в образцах типа А' — А — А'. Это естественно, так как атомы, приходящие в область

А с повышенной плотностью пор, в основном поглощаются порами, а не дислокациями, в то время как смещение границы раздела может наблю-



ных стадиях диффузионного отжига при $T = 950^\circ$. A' — м.г.п. $0,25 \text{ а/дм}^2$,
справа — $t = 30$ час.

даться лишь в случае, когда, поглощая атомы, дислокации перемещаются, осуществляя формирование новых атомных плоскостей.

Харьковский государственный университет
им. А. М. Горького

Поступило
29 V 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Б. Я. Пинес, А. Ф. Сиренко, ЖТФ, 28, 1748 (1958). ² Я. Е. Гегузин,
Л. Н. Парицкая, ДАН, 141, 833 (1961).