

**Л. И. СОЙКИНА, А. И. ЗЕЛЕНКЕВИЧ, Н. Н. ЧЕМРОВА, А. С. КАЛЕННИК,
В. С. САВЕНКО**

МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОН-ДИСЛОКАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В МЕТАЛЛАХ С ИЗБЫТОЧНОЙ ВАЛЕНТНОСТЬЮ

В физике прочности и пластичности представляет научно-практический интерес расчёт энергии электрон-дислокационного взаимодействия в условиях возбуждения электронной подсистемы металла, при которой реализуется электропластичность. В работах [1]–[3] рассмотрено влияние электромагнитного поля на кинетику развития пластического деформирования твёрдого тела. Однако для теоретических расчетов важно

знать расчет зависимости электрон-дислокационного взаимодействия в металлах с избыточной валентностью при внешних энергетических воздействиях. Как показано в [6] величина:

$$\omega = \omega_0 + \left(\frac{K_e}{Kn_0} \right) \Delta Z, \quad (1)$$

которая хотя и не зависит от ΔZ , но определяется для конкретной примеси значением тангенса угла наклона, который показывает, что электрон – дислокационное взаимодействие будет проявлять свойства электропластичности [4], [5]:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K_e}{3KZ_h}, \quad (2)$$

где $Z_h = n_0 V_h$ – валентность атомной матрицы.

Воспользовавшись учётными данными по Ашкрофту и Мермину:

Металл	K_e , дин/см ²	K_n , дин/см ²
Cu	$63,8 \times 10^{10}$	$134,3 \times 10^{10}$
Ag	$34,5 \times 10^{10}$	$99,9 \times 10^{10}$
Cs	$1,54 \times 10^{10}$	$1,43 \times 10^{10}$
Al	228×10^{10}	76×10^{10}

и рассчитав tg углов для данных металлов:

$$\operatorname{tg}(\text{Cu})=0,05; \operatorname{tg}(\text{Ag})=0,04; \operatorname{tg}(\text{Cs})=0,1; \operatorname{tg}(\text{Al})=0,3,$$

построим график зависимости тангенса угла наклона от избыточной валентности (рисунок 1).

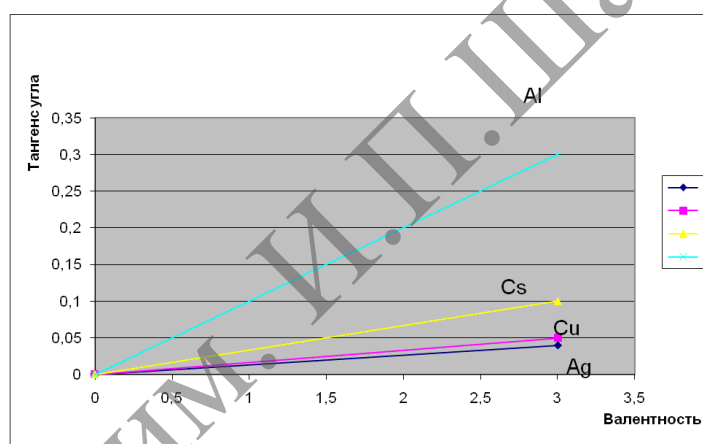


Рисунок 1

Таким образом, как видно из графика, можно заключить не только хорошее качественное, но и количественное согласие теории с экспериментом. Рассмотрим энергию электрон-дислокационного взаимодействия в условиях электропластичности:

$$E_{B_3}^{(1)} = -K\omega_0 u_{jk}(\vec{r}_i), \quad (3)$$

где $u_{jk}(\vec{r}_i)$ – тензор деформации, вызываемой дислокацией в точке. Далее подставим (1) в (3) и получим окончательную формулу для расчёта энергии взаимодействия:

$$E_{B_3}^{(1)} = -K\omega_0 u_{jk}(\vec{r}_i) - \lambda \Delta Z u_{ik}(\vec{r}_i), \quad (4)$$

где $\lambda = \frac{K_e}{n_0}$ – константа деформируемого потенциала, равная $\frac{2}{3} \varepsilon_f$ в модели свободных электронов

и $\frac{4}{15} \varepsilon_f$ при учёте влияния деформации на дно зоны проводимости [5].

Из приведенного выше расчёта единой природы упругого и электростатического взаимодействия дислокаций с точечным дефектом следует, что вопрос об изменении в условиях электропластической деформации сводится, по существу, к исследованию влияния внешних полей на модули упругости металла и геометрической характеристики взаимодействия дефектов [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Физические основы электроимпульсной и электропластической обработок и новые материалы / Ю.В. Баранов [и др.]. – М.: МГИУ, 2001. – 843 с.
2. Савенко, В.С. Механическое двойникование и электропластичность металлов в условиях внешних энергетических воздействий: монография / В.С. Савенко. – Минск: Изд. центр БГУ, 2003. – 203 с.
3. Батаронов, И.Л. Механизмы электропластичности / И.Л. Батаронов // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 10. – С. 93–99.
4. Спицын, В.И. Электропластическая деформация металлов / В.И. Спицын, О.А. Троицкий. – М.: Наука, 1985. – 160 с.
5. Рощупкин, А.М. Физические основы электропластической деформации металлов / А.М. Рощупкин, И.Л. Батаронов // Изв. вузов. Физика. – 1996. – Т. 39, № 3. – С. 57–65.
6. К расчёту энергии электрон – дислокационного взаимодействия в условиях электропластичности / Л.И. Сойкина, А.И. Зеленкевич, Н.Н. Чемрова, А.С. Каленник, В.С. Савенко // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 26–29 марта 2013 г. / редкол.: И.Н. Кралевич (отв. ред.) [и др.]; УО МГПУ им. И. П. Шамякина. – Мозырь, 2013.