

УДК 669.2.8:620

## МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ ДВОЙНИКОВАНИИ

В. С. САВЕНКО<sup>1</sup>, О. А. ТРОИЦКИЙ<sup>2</sup>, Д. С. КРИВОШЕЕВ<sup>1</sup><sup>1</sup>Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина

Мозырь, Беларусь

<sup>2</sup>Институт машиноведения им. А. А. Благонравова  
Российской академии наук

Москва, Россия

Металл может деформироваться двумя способами – скольжением и двойникованием. Пластическая деформация двойникованием реализуется при ориентационном запрете скольжения, в условиях больших скоростей нагружения и низких температурах. К таким технически важным материалам относятся цинк, висмут, сурьма, альфа-железо и другие, которые деформируются с перестройкой кристаллической решетки в двойниковое положение. Двойникование начинается у концентраторов напряжений на границах скоплений частичных дислокаций и развивается с большими скоростями, что приводит к разрушению материала. С другой стороны, двойниковые границы являются дислокационными скоплениями двойникующих дислокаций, которые тормозят движение полных дислокаций, поэтому создание в кристаллической решетке материала системы тонких клиновидных двойников будет армировать материал, повышая резерв прочности.

Причиной избыточной концентрации частичных двойникующих дислокаций на определенных участках двойниковых границ могут служить стопоры в виде неоднородностей структуры кристаллической решетки, либо в виде скопления полных дислокаций (рис. 1).

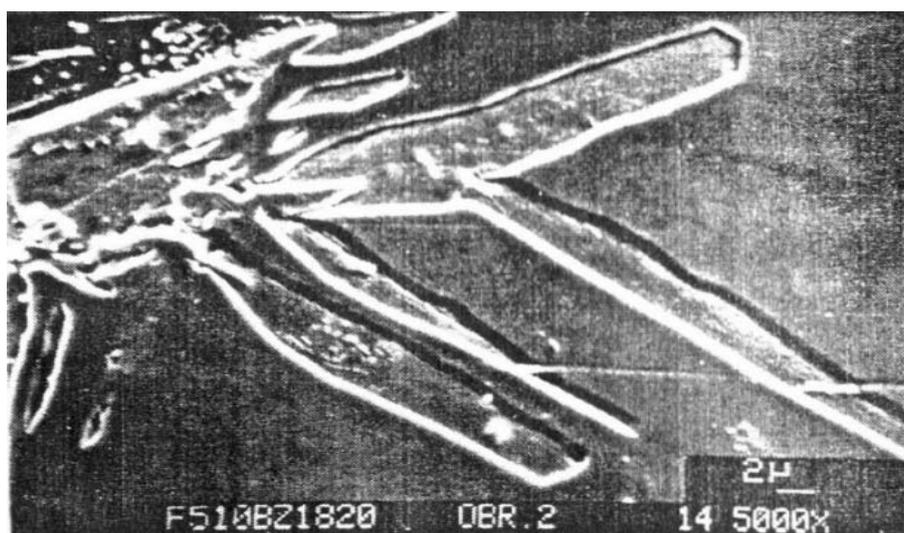


Рис. 1. Кинетика взаимодействия двойника с препятствиями при трансляции двойникующих дислокаций

При пропускании импульса тока большой плотности ( $10^3$  А/мм<sup>2</sup>) и длительностью  $10^{-4}$  с через деформационную зону, нагруженную выше предела текучести, приводит к изменению кинетики взаимодействия винтовых и полных дислокаций. Этот процесс сопровождается дислокационным размножением скоплений двойникующих дислокаций на некогерентных границах раздела с изменением внутренних полей напряжений [1–3].

При электропластичности наблюдается перераспределение деформации двойникованием в окрестностях концентраторов механических напряжений.

С ростом напряженности электрического поля в кристалле во время деформации увеличивается пробег и генерирование двойникующих дислокаций с преобладанием процессов возбуждения дислокационных источников, образования и трансляции двойникующих дислокаций вдоль готовой поверхности раздела. Двойники обычно зарождаются на дислокационных скоплениях и приводят к релаксации внутренних напряжений. В условиях электропластичности релаксация внутренних напряжений осуществляется в результате развития двойникования как на скоплениях полных дислокаций, так и на двойникующих дислокациях, при этом разряжаются дислокационные напряжения и уменьшается вероятность хрупкого разрушения в перенапряженных местах материала. Таким образом, в условиях электропластичности одновременное действие нагрузки выше предела и электрических импульсов дает возможность дополнительной пластификации материала за счет двойникования с увеличением резерва пластичности.

Рассмотрена технология повышения реальной прочности материала в микрообъемах у концентраторов напряжений при электропластической деформации за счет армирующего действия двойников. Развитие двойникования у концентраторов напряжений при возбуждении импульса тока не только армируют материал в условиях деформации, но и уменьшают избыточную энергию из области концентратора, разряжая дислокационные скопления, а локальный наклеп материала, примыкающего к концентраторам, снижает уровень напряжений и уменьшает хрупкость материала.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние высокоэнергетических воздействий на модификацию физико-механических характеристик стали / В. С. Савенко [и др.] // Журн. Белорус. гос. ун-та. Сер. Физика. – 2020. – № 3. – С. 65–75.
2. **Савенко, В. С.** Вклад пондеромоторных факторов в реализацию электропластической деформации / В. С. Савенко, О. А. Троицкий, А. Г. Силивонец // Изв. НАН РБ. Сер. физ.-техн. наук. – 2017. – № 1. – С. 85–91.
3. **Savenko, V. S.** Electroplastic deformation by twinning metals / V. S. Savenko // Acta mechanica et automatic. – 2018. – Vol. 12, № 4. – P. 6–12.